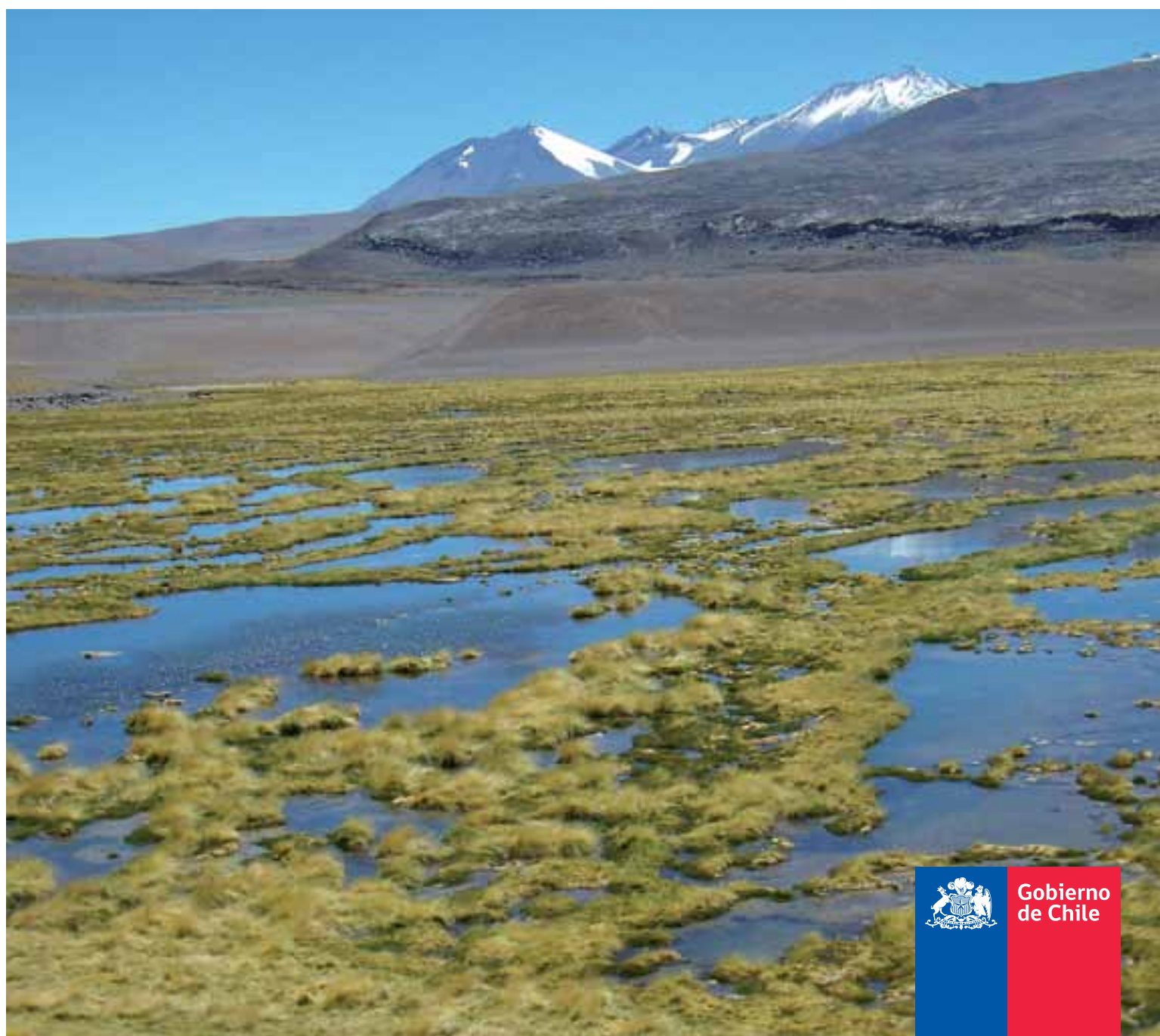


2011

Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos



Gobierno
de Chile

Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos

MAYO 2011



**Gobierno
de Chile**

Este documento ha sido elaborado por la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, la Unidad de Gestión Ambiental del Departamento de Protección de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero y el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, en el marco de la implementación de la ENH¹ y la ERHAA². Agradecemos así mismo la colaboración del PhD. Manuel Contreras Leiva.

1 Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales de Chile, 2005.

2 Estrategia Regional de Humedales Altoandinos, 2004. Argentina, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Colombia, Costa Rica.

PRÓLOGO

Humedales y su conservación

Una de las tareas principales del Ministerio del Medio Ambiente es promover la gestión sustentable de los espacios naturales del país, asegurando la mantención de los ecosistemas dentro y fuera de las áreas protegidas y, con ello, la biodiversidad de manera integral. Con esto velamos no sólo por las especies carismáticas que habitan los espacios protegidos, entendido como algo ajeno, sino que aseguramos el bienestar de las personas. Nuestras actividades influyen directa e indirectamente sobre los ecosistemas, hacemos uso de los bienes y servicios que nos proveen, conocidos como los servicios ecosistémicos, por lo tanto, requerimos de su existencia y mantención en el largo plazo.

Los humedales altoandinos son ecosistemas frágiles, escasos y con un endemismo relevante. Han sido utilizados históricamente por los grupos humanos y desde hace varias décadas por sectores relevantes de la economía. Sin embargo, son pocos los que conocen su importancia y muchos menos los que han contemplado su belleza. Desde hace unos años, los grupos de interés han comprendido su relevancia y han surgido varias iniciativas público-privadas para apoyar la conservación de estos ecosistemas. Pero debemos abordar de manera integral su estudio y manejo. El desafío es mejorar los aportes a la investigación, los instrumentos de gestión y manejo sobre los humedales, su seguimiento y proyectos de conservación.

A siete años de la aprobación de la Estrategia Nacional para la Conservación de Humedales, y otros ocho de la Estrategia de Humedales Altoandinos, ponemos a disposición de los grupos interesados, la primera de una serie de guías técnicas que tienen por objeto, divulgar los aspectos centrales para el mantenimiento de las características ecológicas de humedales y promover su uso sustentable. Aquí se plasma el conocimiento de científicos, profesionales y técnicos, que han impulsado, desde sus distintas especialidades, la investigación y conservación de los humedales. Los criterios propuestos se han definido con bases científicas, reuniendo la experiencia de especialistas que han dedicado años al estudio de estos humedales.

Esperamos que este aporte conduzca la gestión para la conservación de los humedales en los ecosistemas andinos de Chile.

Leonel Sierralta Jara

Jefe División de Recursos Naturales,
Evaluación de Riesgos y Residuos

María Ignacia Benítez

Ministra del Medio Ambiente

AUTORES

Ahumada, Mario. Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile. Magister en medio ambiente y desarrollo sustentable, Universidad Mayor.

Aguirre, Fernando. Ingeniero en Ejecución en medio ambiente, Universidad de Chile

Contreras, Manuel. Licenciado en Ciencias Biológicas. Magister en Ciencias Ambientales, PhD en Ecología. Universidad de Chile.

Figueroa, Alejandra. Licenciada en Ciencias Biológicas, Diplomada en Gestión Ambiental, Universidad de Chile. Diplomada en Planificación para la Conservación, Tecnológico de Monterrey.

Foto portada: Corredor Pantanillo-Ciénaga la Redonda, sitio Ramsar "Complejo Lacustre Laguna Negro Francisco y Sta. Rosa", Atacama. Autor: Moises Grimber
Gestión editorial, diseño y diagramación: COMUN & K Ltda.
Diseñador: Moisés Cheuquepán.
Impresión: Andros Ltda.
Noviembre de 2012.

INDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	7
1.1 Objetivo de la Guía	8
1.2 Marco legal para conservación de humedales	8
2. Definiciones	10
3. Antecedentes generales de los humedales andinos	11
4. Funcionamiento sistémico de humedales andinos	16
4.1 El rol de los humedales a nivel de cuenca	16
4.2 Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos andinos	17
4.3 Criterios de delimitación de humedales	25
5. Perturbaciones en los humedales andinos	26
5.1 Variables de cambio relevantes para evaluar humedales	28
6. Descripción de línea base	29
6.1 Parámetros componente hídrico	29
6.2 Parámetros componente acuático	30
6.3 Parámetros componente terrestre	31
7. Plan de monitoreo y seguimiento ambiental de humedales andinos	33
7.1 Diseño del plan de seguimiento ambiental	34
7.1.1 Componentes ambientales	34
7.1.2 Escalas	34
7.1.3 Duración de monitoreo	35
7.1.4 Puntos de monitoreo	35
7.1.5 Variables a medir	35
8. Medidas de Mitigación, restauración, compensación	43
8.1 Identificar alcances de la medida	44
8.2 Especificar sistema o condiciones de referencia	44
8.3 Indicadores de cumplimiento de medidas	45
8.4 Planes de contingencia	45
8.5 Plan de cierre	45
9. Glosario	46
10. Referencias bibliográficas	47



1. Introducción

Los humedales son subsistemas límnicos integrados a la cuenca hidrográfica, incluidos pantanos, marismas, lagos, vegas, bofedales, salares, pastizales húmedos, turberas y estuarios. Entre estos, los humedales que son parte de los ecosistemas de páramo, jalca y puna, conocidos como los humedales andinos y altoandinos, mantienen una diversidad biológica única y se caracterizan por un alto nivel de endemismo, tanto de especies animales como vegetales, terrestres y acuáticas. Estos humedales son, además, refugio y zonas de reproducción de una gran cantidad de especies que se encuentran con problemas de conservación, juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas y de los sistemas hidrográficos que sostienen actividades de importancia económica y social. Su alta fragilidad está asociada a causas naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y también a causas antrópicas, como las actividades de drenaje, pastoreo excesivo, o alteración en el régimen hídrico. Muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, el desconocimiento sobre su dinámica y ecología han influido sobre este escenario. Sin embargo, contamos con elementos suficientes para revertir esta pérdida de patrimonio natural, cultural y económico.

Los humedales andinos son reconocidos globalmente como los ambientes más frágiles por sus características, amenazas y alta significancia social y económica, determinada por los servicios ecosistémicos que prestan. Hoy, frente a los pronósticos de cambio climático es esencial tomar medidas concretas sobre el uso y conservación de los humedales. La preocupación a nivel mundial y nacional, ha impulsado diferentes estrategias de conservación, junto a una serie de investigaciones sobre la biodiversidad de estos ecosistemas, a saber:

- Estrategia Regional de Humedales Andinos, Ramsar 2004.
- Perfiles Ambientales Humedales Altoandinos, CONAF 2007.
- Guía descriptiva de sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres en la ecoregión altiplánica (SVAHT), SAG 2009.

En este contexto, uno de los instrumentos recientes e incluyente corresponde a la Estrategia Regional de Humedales Altoandinos (ERHAA), ésta es una iniciativa de los países que comparten los Andes, fue apoyada por la Secretaría Ramsar para las Américas y aprobada como Iniciativa Regional en el Marco de la Convención (COP9 DR8) en Uganda, 2005. Este documento establece una serie de lineamientos y acciones para mitigar y revertir la pérdida de estos ecosistemas. Su implementación en Chile está definida por el Plan de Acción de Humedales Altoandinos (PACHA) y por la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de Humedales de Chile. Las políticas antes señaladas requieren de instrumentos que implementen acciones concretas y efectivas, es en este contexto que se desarrolla la presente guía, con conceptos que han sido estandarizados y validados por los Servicios Públicos en el marco de sus funciones sectoriales y el conocimiento científico aplicado.

« Río Lamas sitio Ramsar
"Complejo Lacustre Laguna
Negro Francisco y Sta. Rosa",
Atacama.

La presente guía sistematiza, estandariza y define el marco conceptual para el manejo y seguimiento ambiental de los ecosistemas de humedales. Sistematiza información útil para que los Servicios competentes puedan utilizarla de manera simple y directa, y que del mismo modo, el Servicio de Evaluación Ambiental contemple dicha información en el marco de sus atribuciones. El uso de esta guía es además extensivo al sector privado y cualquier otro interesado.

1.1. Objetivo de la Guía

En este documento se sintetizan los conceptos que deben ser considerados en el manejo, evaluación y seguimiento ambiental de humedales. Esta guía entrega conceptos básicos sobre la estructura y funcionamiento de los humedales andinos, comprendidos entre las regiones de Arica-Parinacota y la Araucanía y de manera particular se incluye la zona per árida de las Regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (según definición climatológica de Köppen).

En los primeros tres capítulos encontrará conceptos y lineamientos sobre aspectos relevantes de los humedales andinos y altoandinos. Posteriormente, se describen los aspectos mínimos que deben ser considerados en la evaluación y levantamiento de información de los humedales altoandinos, así como las metodologías y criterios que deben ser adoptados en el manejo y seguimiento ambiental de estos ecosistemas.

1.2. Marco legal en relación a la conservación y protección de humedales

La legislación sobre conservación de humedales es dispersa y carece de una única institucionalidad. Son diversos los cuerpos normativos de la legislación vigente que tienen injerencia en los ámbitos de la gestión para la conservación, uso y protección de los humedales. Sin embargo, en la última década hemos conducido esfuerzos en la implementación de políticas públicas y elaboración de normativas, que regulan el manejo, uso de los humedales y el recurso hídrico como componente crítico. Sin duda el esfuerzo debe continuar y mejorar su integración.

A continuación una reseña de algunos de estos instrumentos, con influencia directa sobre los ecosistemas acuáticos, en particular humedales.

Ley 20.417 que reformuló la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, el Ministerio tiene a su cargo el desarrollo y aplicación de variados instrumentos de gestión ambiental en materia normativa, protección de los recursos naturales, educación ambiental y control de la contaminación, entre otras materias. Se destacan algunas del Artículo 70:

- a) Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad. **(continúa)**

- b) Proponer las políticas, planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, que incluye parques y reservas marinas, así como los santuarios de la naturaleza, y supervisar el manejo de las áreas protegidas de propiedad privada.
- c) Velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales, en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores.
- d) Colaborar con los organismos competentes, en la formulación de las políticas ambientales para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables e hídricos.

Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, de 1994. En la Ley 19.300 Título III, artículo 12°, letra h) establece que los EIA considerarán: Plan de medidas de mitigación, de reparación y/o compensación, cuando ello proceda. En la letra i) menciona el Plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes.

Ley N° 18.575, de 1989, modificada por la Ley N° 19.283 de 1994, SAG:

El Servicio Agrícola y Ganadero tiene por obligación legal *prevenir o controlar los contaminantes en los cursos de aguas superficiales* del ámbito silvoagropecuario que puedan afectar tanto la calidad de las aguas de riego como de bebida para animales.

También debe promover las *iniciativas tendientes a la conservación de las aguas y al mejoramiento de la extracción*, conducción y utilización del recurso con fines agropecuarios.

Código de Aguas: Artículo 58, Artículo 63. Ambos artículos se constituyen como permisos ambientales sectoriales en el marco del Reglamento del SEIA y, por lo tanto, los proyectos que consideren dichas actividades están sujetos a la aprobación ambiental para obtener la autorización correspondiente. Por otra parte, la Resolución DGA N° 186, de 1996 que reglamenta lo establecido en el Código de Aguas, considera restricciones a la exploración en zonas que alimentan vegas y bofedales, además de las consideraciones ambientales aplicables a la exploración y explotación de aguas subterráneas. Establece en sus Res. N° 909 (1996) y del 28/11/1996, Res. N° 529 (2003), del 08/10/2003, Res. N° 464 del 9/11/2004, Res. N° 87 del 24/03/2006, áreas de protección de zonas que alimentan vegas y bofedales de las regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta.

Otros instrumentos legales nacionales:

- DS. N° 771 de 1981, que aprueba como Ley de la República la adopción de la Convención Ramsar sobre los humedales.
- Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales de Chile, 2005. Consejo de Ministros de CONAMA. Acuerdo N°287/2005.
- Estrategia Nacional para la Conservación de Humedales Altoandinos. COP9, Convención Ramsar. 2004
- Estrategia Nacional de Glaciares, DGA/CECS, 2009.

2. Definiciones

A continuación se define una serie de términos que son usados a nivel nacional e internacional referidos al concepto de humedales y su manejo y conservación.

Humedales: La definición de la Convención Ramsar es usada mundialmente para definir humedales y la que Chile adoptó como Ley de la República en el año 1981, instancia en la que se ratifica dicha Convención.

Los humedales son *“extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”*. La definición considera todos los cursos y cuerpos de agua.

Por último, los humedales son subsistemas límnicos integrados a la cuenca hidrográfica, incluidos pantanos y marismas, lagos, pastizales húmedos y turberas, estuarios, deltas y bajos de marea, así como zonas marinas próximas a las costas.

Para efectos de esta publicación serán de nuestro interés aquellos humedales de régimen natural, permanentes o temporales, con aguas estancadas o corrientes, dulces, salobres o salados, cuyo componente vegetal

Características ecológicas: son la suma de los componentes biológicos, físicos y químicos del ecosistema del humedal y de sus interacciones, lo que en conjunto mantiene al humedal y sus productos, funciones y atributos”.¹

¹ (véase la Resolución VII.10, “Resoluciones y Recomendaciones pertinentes”)



Laguna Parincota,
Comuna de Colchane.

“El cambio en las características ecológicas es el deterioro o desequilibrio de cualesquiera de los componentes físicos, químicos o biológicos, del ecosistema del humedal o de las interacciones entre ellos”.²

Variables de estado: son aquellas que dan cuenta del comportamiento global del ecosistema, vinculando en forma integrada aspectos relacionados con su estructura y funcionamiento.

Delimitación de humedales: corresponde al establecimiento de los límites espaciales de los humedales. Los humedales están asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente, los que permiten la existencia y desarrollo de biota acuática. Para efectos de delimitación se considerará la presencia y máxima extensión areal (cobertura) de la vegetación hidrófila. Tratándose de ambientes que carezcan de vegetación hidrófila se utilizará para la delimitación la presencia de otras expresiones de biota acuática.³

Para aquellos que dependan de afloramientos subterráneos estará acotado a aquella zona alimentada fundamentalmente por aportes de agua subterránea que permiten la presencia de cuerpos de agua y sustentan la presencia de vegetación hidrófila.

3. Antecedentes generales de los Humedales Andinos

3.1. Descripción del área geográfica

Diversidad y origen de humedales andinos⁴

Los humedales andinos corresponden a ecosistemas ampliamente distribuidos en la Cordillera de los Andes, constituyen lugares de alta relevancia en cuanto a diversidad biológica y por su rol en los sistemas productivos de las comunidades locales. Los humedales andinos conforman sistemas con una gran variedad de ambientes, en particular en la zona árida de los Andes, de La Puna Seca. Estos conforman una variedad de tipos⁵, entre ellos: lagos y lagunas de agua dulce (glaciar, volcánico y tectónico), salares, bofedales y turberas, aguas termales y géiseres.

2 (véase la Resolución VII.10, “Resoluciones y Recomendaciones pertinentes”)

3 CONAMA-CEA, 2007 ; Reglamento Suelo, agua y humedales DS.82/ 2011

4 Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008. Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales Altoandinos. Gobiernos de Ecuador y Chile, CONDESAN y TNC Chile.

5 Ver glosario de términos para los siguientes tipos



Asociados a estos ambientes acuáticos se identifican formaciones densas de ciperáceas inundadas o semi-inundadas, cercanas a lagos y lagunas, vegas, chuscales, entre muchos otros. A medida que aumenta la latitud y el incremento en las precipitaciones, dominan los componentes planctónicos en la columna de agua de lagos y lagunas y comunidades de microalgas bentónicas en los ríos, circunscritos por vegetación de tipo arbórea y/o arbustiva.

3.2. Breve descripción acerca de patrones de distribución

La región de la Estepa Andina se encuentra en la Cordillera de Los Andes (árida y semiárida), se extiende en el límite con Perú y Bolivia, hasta las montañas andinas de la región de La Araucanía. En esta zona es posible identificar dos subregiones: Subregión del Altiplano y de la Puna y Subregión de los Andes Mediterráneos. Bajo esta clasificación se pueden identificar ciertos tipos vegetales asociados a los ecosistemas acuáticos.

Localización (ecoregión). Sistemas Andinos en la Puna y Estepa de los Andes del Sur descritos como sigue:

Puna Seca: Bioregión asociada a las altiplanicies andinas caracterizada por fríos intensos, aridez y fluctuaciones diarias de temperatura. Por su latitud está sujeta a drásticos cambios climatológicos estacionales. La vegetación característica para la Puna Seca chilena es la vegetación herbácea y arbustiva⁶ (conformada por pequeños pajonales, y arbustos enanos dispersos). Presenta cuencas principalmente endorreicas, en cuyo nivel de base aparecen parches de vegetación azonal en una zona predominantemente desértica. Los humedales típicos que existen en la Puna son: salar, bofedal y vega. Los ecosistemas acuáticos andinos están localizados, por lo general, en alturas que superan los 3.000 msnm a diferencia de los humedales altiplánicos que se localizan sobre los 2.300 msnm.

Sub región de los Andes Mediterráneos: Se desarrolla en los Andes Mediterráneos desde la región de Atacama a la región del Maule. En esta sub-región, a diferencia de la sub-región del Altiplano y la Puna, las precipitaciones se concentran en invierno aumentando de norte a sur. La forma de vida predominante en las partes altas son las plantas arbustivas, herbáceas o en forma de cojín, mientras que en las partes más bajas penetran elementos esclerófilos en el norte y caducifolios en el sur.

Subregión de las Cordilleras de la Araucanía: Se extiende desde la región del Biobío hasta el norte de la región de Los Lagos, ocupando las partes altas de la Cordillera de Los Andes y la de Nahuelbuta. Presenta condiciones estivales más favorables que la sub-región de las cordilleras patagónicas en el que la presencia de humedales se inserta en una matriz de formaciones de araucaria, bosques del género *Nothofagus* y formaciones de estepa del género *Festuca*.

⁶ Ahumada M. y Faundez L., 2009. Guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). SAG, Santiago. 118 p.

3.3. Clasificación de Humedales

A partir de un enfoque funcional-sistémico, el cual permite subsanar inicialmente las carencias de información a nivel de catastros territoriales, se describieron los Ecotipos de humedales, que corresponden a una familia de humedales, que comparten propiedades, atributos e incluso amenazas. El supuesto fundamental es que los humedales, en términos de biodiversidad, son una expresión de los factores físico-químicos que regulan su estructura y funcionamiento. Este tipo de clasificación permite desarrollar estrategias de manejo orientadas a la conservación y protección de los humedales. (<http://www.sinia.cl/1292/w3-article-41115.html>)

Para los humedales andinos se identifican los siguientes ecotipos (Tabla 1):

i) Evaporación: corresponde a humedales controlados por gradiente de salinidad, donde altos niveles de radiación y escasas precipitaciones provocarían la evaporación gradual del agua; **ii) Afloramientos subterráneos:** son sistemas alimentados por aguas subterránea con bajo contenido de sólidos disueltos, y dependiendo de la topografía local alimentan sistemas de evaporación y; **iii) Escorrentía:** sistemas que a pesar de estar localizados en zonas de alta radiación, no alcanzan niveles elevados de salinidad por la influencia de las precipitaciones que lavan permanentemente los cuerpos de agua.

TABLA 1. Clases de Humedales en Sistemas Andinos según clasificación por Ecotipo.

Ecotipos	Clase	Nombre común	Ejemplos en Chile
Humedal continental	Evaporación	Salar	Salar de Atacama, Salar de Huasco
	Afloramientos subterráneos	Vega, bofedal, humedal	Parinacota, Jachucoposa,
	Escorrentía	Río, arroyo, esteros, lagos	Río Lluta, Lirima, Collacagua, Lauca, Chungará, Choapa

Asimismo, se han descrito criterios de clasificación para la vegetación de estos ambientes altiplánicos, en particular entre las Regiones de Arica y Parinacota hasta Coquimbo, lo que permite identificar tipos vegetacionales que se describen en la Tabla 2.

Del mismo modo, en la Tabla 3 se indican los tipos vegetacionales azonales asociados a la subregión de los Andes Mediterráneos y subregión de la cordillera de la Araucanía.

TABLA 2. Vegetación azonal hídrica de la Puna Seca.

Tipo	Características principales de las formaciones vegetales para cada tipo
Bofedal No Salino	Las especies vegetales que se desarrollan, se caracterizan por presentar crecimiento en cojines en forma semiglobosa, formando cuerpos compactos en superficie. Son plantas muy compactas y entre cojines es posible encontrar especies que crecen formando césped corto.
Bofedal salino	
Pajonal Hídrico No Salino	Especies vegetales de crecimiento cespitoso con desarrollo de follaje aéreo alto (mayor a 40 cm de altura), desarrollando cojines herbáceos de tamaño medio a grandes.
Pajonal Hídrico Salino	
Vega No Salina	Presentan especies vegetales de crecimiento no cespitoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos.
Vega Salina	

Para conocer el funcionamiento sistémico de humedales altiplánicos revisar publicación SAG, 2009 ⁷.

TABLA 3. Vegetación azonal hídrica subregión de los Andes Mediterráneos y subregión de las cordilleras de la Araucanía.

Tipo	Características principales de las formaciones vegetales para cada tipo
Vegetación pulvinada	Crecimiento compacto, semigloboso típico de formaciones de Patosia clandestina.
Vegetación cespitosa	Crecimiento formando champas, propia de las formaciones de pajas ratoneras y colas de zorro.
Vegetación no cespitosa junciformes	Especies que forman un césped de altura variable en la que dominan especies del género Juncus, Eleocharis y Carex.
Vegetación no cespitosa graminoides	Especies que forman un césped de altura variable en la que dominan especies de la familia Poaceae.
Vegetación cespitosa especies hoja ancha	Especies que forman un césped de altura variable en la que dominan especies de hoja ancha.

⁷ Ahumada, M. y Faundez, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118p.

4. Funcionamiento sistémico de humedales altiplánicos y andinos como ecosistemas

Los humedales pueden ser representados como ecosistemas constituidos por componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos), que interactúan activamente como una unidad ecológica. Numerosos autores señalan que los ecosistemas pertenecen a una clase más amplia que los sistemas físicos, ya que éstos son entidades históricas, que poseen memoria de su desarrollo y de los eventos que afectan su comportamiento. Estos componentes generan interacciones a través de las cuales son capaces de modificarse mutuamente, y determinar en último término, los estados futuros del ecosistema.

A diferencia de los ecosistemas terrestres, los humedales suelen presentar una gran variabilidad, tanto en el tiempo como en el espacio. Esto tiene efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en los humedales, ya que deben desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios, que pueden llegar a ser muy extremos, por ejemplo, ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación extremos.

4.1. El rol de los humedales a nivel de cuenca

Al comparar las propiedades funcionales de los humedales localizados en diferentes cuencas, se observa la ocurrencia de convergencia funcional, “se ven similares”, lo cual responde a que las condiciones climáticas son relativamente homogéneas. En términos estructurales, existen similitudes en función de aquellas especies que son capaces de desplazarse entre ellos (flamencos, zorros, camélidos, entre otros) y microorganismos que son transportados por los vertebrados (como las microalgas). Sin embargo, la composición biológica de los humedales es generalmente específica, debido a que adquieren relevancia factores locales; como los hidráulicos, edafológicos y calidad del agua, e incluso fenómenos de aislamiento geográfico. Esto último, ha dado paso a una exclusiva ictiofauna endémica, característica y única de los humedales altonadinos (Arratia G. 1982^a, Vila et al 1999, Vila I., Fuentes L., Contreras M., MNHN, Boletín 48; pp 61-75,1999.).

La dinámica natural de los humedales andinos de cuencas endorreicas está controlada fundamentalmente por el aporte de agua subterránea y condiciones climáticas regionales, esto los hace particularmente frágiles. Una disminución en el nivel del acuífero y/o aporte hídrico, origina la compresión de los cuerpos de agua, visible, por ejemplo, en la laguna terminal de estos sistemas, así como reducción de la cobertura de vegetación azonal. Un proceso inverso se experimenta al aumentar los niveles del acuífero.

En cambio, humedales localizados en cuencas exorreicas son alimentados por aguas de diferente origen, por ejemplo; glacial, de escorrentía, precipitaciones, aportes temporales.

Los humedales son un “espejo” de la condición ecológica-ambiental de la cuenca y de los cambios que en ella ocurren, así como también de las actividades que se realicen en el interior del humedal.

❖ 4.2. Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos altoandinos

Conocer la estructura y las relaciones entre los componentes físicos, químicos y biológicos de los humedales, permitirá determinar si los humedales han sufrido cambios en sus características ecológicas, que se puedan traducir en deterioro o desequilibrio de los procesos y funciones naturales que sustentan el humedal; y de los productos, atributos y valores asociados a estos.

❖ 4.2. Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos andinos

La estructura de los humedales está dada principalmente por los componentes que lo constituyen, como flora y fauna acuática, vegetación hidrófila, fauna terrestre asociada a la vegetación ripariana, componentes abióticos, y las interacciones que se generan entre cada uno ellos. El funcionamiento corresponde a la expresión dinámica de la estructura del humedal, a través de cambios en los flujos de materia y energía entre los diferentes componentes del ecosistema.

Por esto definir los humedales a partir de la riqueza biológica de algunos componentes, como aves y vegetación ripariana, resulta en una simplificación que no permite el adecuado entendimiento de la estructura de los humedales y por ende, limita fuertemente el desarrollo de planes de manejo destinados a la conservación de los humedales.

4.2.1. Humedales en cuencas endorreicas

Los humedales altoandinos localizados en cuencas endorreicas se caracterizan por presentar zonas de acumulación de sales por la elevada evaporación, proceso que constituye la principal pérdida de agua del sistema. Este proceso genera gradientes espaciales, desde los puntos de afloramiento de aguas subterráneas (“surgencias”) hacia los sectores de menor altitud (“lagunas terminales”), dando como resultado humedales con una extensión reducida⁸ debido a la limitación en la disponibilidad de los recursos hídricos y a los gradientes de salinidad.

Desde un punto de vista ecológico, estos sistemas tienen una elevada riqueza de especies, en respuesta a la heterogeneidad espacial, constituyendo áreas de concentración de la biodiversidad en la región altiplánica (“hot spot”). La estrecha relación que se genera entre las comunidades biológicas y el medio físico, determinan la existencia de dinámicas únicas en cada ecosistema, sobre la base de la sustentabilidad temporal que le imprimen los afloramientos de aguas subterráneas.

4.2.1.1 Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos

El afloramiento del agua subterránea en el perímetro de los salares permite el desarrollo de un escurrimiento superficial cerrado, donde es posible distinguir una zonificación espacial en tres regiones: un bofedal o vega, un canal y una laguna terminal (Figura 1).

⁸ Definición: Humedales constituidos por cuerpos de agua (lóticos y lénticos) y la vegetación azonal que los rodea.

Las características de cada una de estas zonas se describen a continuación:

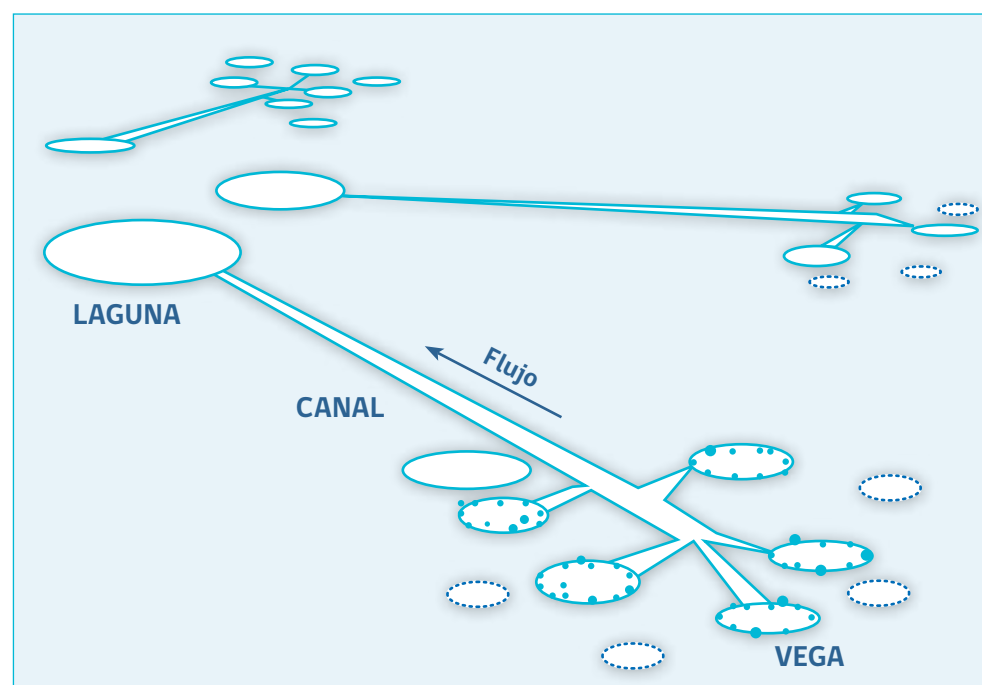
Vega o bofedal: zona cercana al afloramiento que se encuentra generalmente fuera del salar, donde el confinamiento del acuífero superficial que genera la costra salina es bajo. Al no encontrarse el acuífero confinado el nivel freático se encuentra cercano a la superficie del terreno, y por lo tanto, los niveles de humedad del suelo son adecuados para el crecimiento de la vegetación de tipo azonal.

Canal-Laguna: canales y lagunas tienen características hidrodinámicas que permiten diferenciarlos. Sin embargo, existe un continuo de procesos a lo largo del eje longitudinal que impide su análisis por separado. El principal eje conductor es que a lo largo del escurrimiento, la evaporación del fluido es un fenómeno que actúa constantemente. De esta forma, al ocurrir ésta, simultáneamente aumenta la concentración de sales.

Si la salinidad del agua sobrepasa un cierto valor, aproximadamente 200 g/l, comienzan a ocurrir procesos de precipitación de sales. Dado que estas concentraciones son posibles de registrar en los lugares más alejados de la vertiente, la precipitación de sales explica la presencia de costras salinas en dichos lugares y los cambios temporales registrados en el tamaño y forma de las lagunas-canales.

La evaporación es un fenómeno inversamente proporcional a la salinidad del agua, es decir, a mayor salinidad menor es la tasa efectiva de evaporación, alcanzando un valor nulo para salinidades del orden de 200 g/l, aproximadamente.

FIGURA 1. División estructural en vega, canal y laguna terminal de humedales altioplánicos. Centro de Ecología Aplicada, 2006, documento inédito.



Las comunidades biológicas en los humedales de cuencas endorreicas, están distribuidas en subsistemas ("compartimientos"), donde se desarrollan tramas tróficas específicas a las condiciones locales. Los subsistemas son:

- i) ecosistema acuático con baja salinidad,
- ii) ecosistema acuático con alta salinidad y
- iii) un cinturón de vegetación hidrófila terrestre que rodea fundamentalmente las lagunas con baja salinidad.

Las interacciones ecológicas entre los subsistemas son bajas, dado que están definidas por los límites de tolerancia ambiental de las especies. Es importante destacar que la interacción entre el escurrimiento de las aguas y la evaporación, produce fuertes gradientes de salinidad en el agua y suelo. El funcionamiento en estos ambientes corresponde a la expresión dinámica de la estructura del humedal, a través de cambios en los flujos de materia y energía entre los diferentes componentes del ecosistema.

A continuación se describen conceptualmente los atributos estructurales y funcionales de cada uno de los subsistemas:

Ecosistema acuático de baja salinidad: tiene un tiempo de residencia bajo, donde los patrones de escurrimiento del agua y el sustrato determinan la distribución de la vegetación vascular acuática, base de la trama trófica que sostiene a la avifauna (ej. taguas, patos). Las macrófitas constituyen la principal fuente de carbono del sistema, sustentando una rica fauna de invertebrados donde se entrelazan herbívoros y consumidores secundarios (peces y anfibios). Los predadores tope del ecosistema están compuestos por aves ictiófagas.

Ecosistema acuático de alta salinidad: tiene un tiempo de residencia mayor con predominio de los componentes planctónicos y bentónicos. El mayor tiempo de residencia favorece la evaporación del agua y la precipitación de sales, modificando las condiciones de hábitat a tipo léntico. La relevancia ecológica de este sistema acuático es que mantiene estacionalmente poblaciones de flamencos, las cuales se alimentan y reproducen. La trama trófica que sostiene a las poblaciones de flamencos, se basa en la producción primaria de las microalgas bentónicas que se desarrollan en forma de tapetes, las que acopladas con diferentes grupos funcionales de bacterias producen carbono suficiente para la fauna de invertebrados y aves, que las utiliza como principal recurso alimentario.

Vegetación hidrófila: En las vegas o bofedales es posible encontrar diversos tipos de vegetación en función de la disponibilidad del recurso hídrico, características de sustrato y afloramientos salinos. La vegetación estrechamente relacionada con el recurso (hidrófilas), se encuentra confinada a una banda angosta en torno al escurrimiento. La reducción del nivel freático por efectos de la extracción subterránea ejerce un efecto directo sobre la extensión vegetacional de las vegas, disminuyendo la cobertura de las franjas.

4.2.1.2. Estructura y funcionamiento de la vegetación azonal

Los humedales presentan un patrón de distribución azonal, lo que corresponde a un modelo de distribución de una comunidad o especie que responde fundamentalmente a condiciones

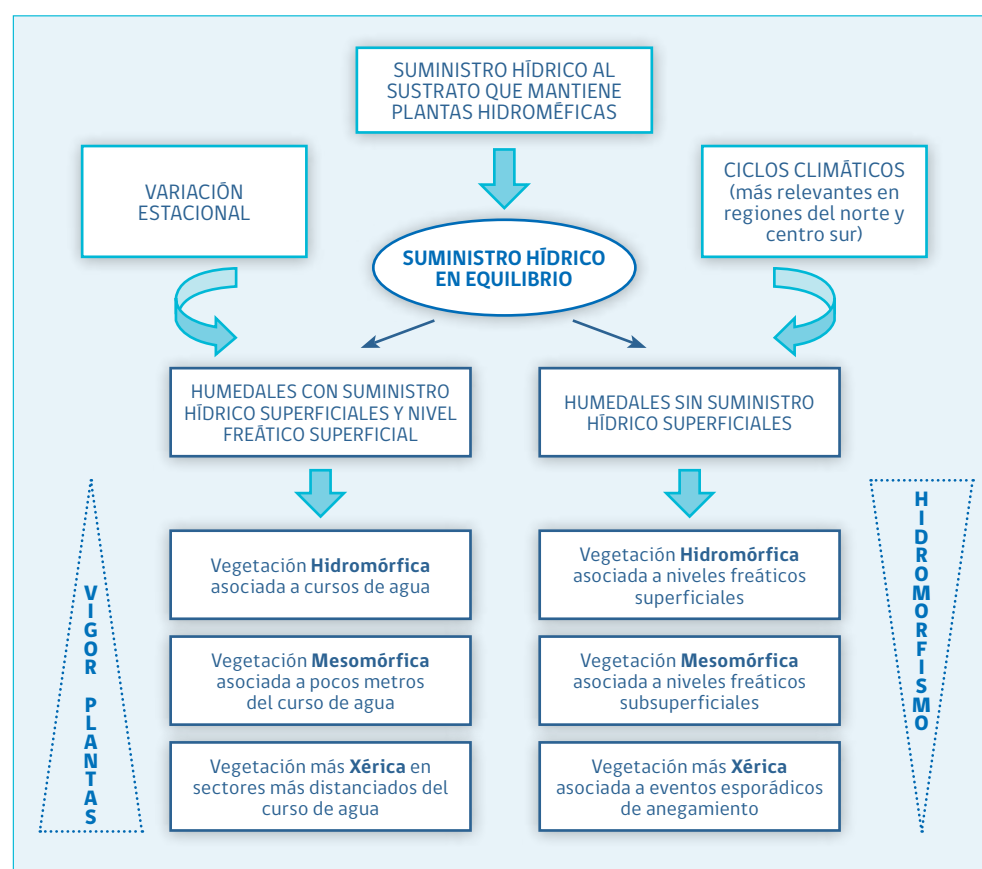
locales, y para el caso de los humedales están acotadas a características de sustrato, suministro hídrico y en el caso de humedales altiplánicos a afloramiento salino.

Los humedales de altura corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante durante la temporada de crecimiento de las especies vegetales que lo componen (fines de primavera, verano e inicios de otoño) y que, desde el punto de vista de la vegetación, se caracterizan por su presencia en ambientes normalmente árido-fríos, asociados a la Cordillera de Los Andes, en donde en medio de matrices arbustivas o herbáceas de escaso o bajo cubrimiento (inferiores a 30% normalmente) y baja estratificación (habitualmente inferiores a 1 m) aparecen resaltando con su mayor actividad vegetativa y sus mayores cubrimientos (normalmente sobre el 50 %).

Además, corresponden a los sistemas de mayor productividad en las áreas en las que se ubican, constituyéndose en elementos funcionales de alta significación para los ecosistemas relacionados.

En la Figura 2 se describen los componentes que determinan la presencia de los diferentes tipos de Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Andinos. En publicación SAG, 2009 revisar detalles del modelo conceptual.

FIGURA 2. Componentes para los SVAH Andino



4.2.2 Humedales en cuencas exorreicas

Los humedales en cuencas exorreicas desaguan sus aguas inexorablemente hacia el mar, donde el aumento en las precipitaciones y pendiente del terreno limita el proceso de salinización de las aguas, adquiriendo mayor relevancia las condiciones hidráulicas e hidrodinámicas de los cuerpos de agua en relación a la carga de nutrientes y/o sedimentos desde las cuencas de avenamiento.

En términos generales, en los humedales podemos encontrar 2 tipos de sistemas acuáticos: ríos y lagos. A diferencia de los ríos, los lagos tienen altos tiempos de retención y con ello cambian también los tipos de hábitat y especies presentes. Desde el punto de vista físico, los agentes atmosféricos (viento, radiación solar) adquieren una importancia mayor respecto de la influencia de los caudales afluentes. La química y biología de estos ambientes estará condicionada por las fluctuaciones de temperatura, dado su condición de mezcla y la disponibilidad de oxígeno⁹.

4.2.2.1 Subsistemas lóticos (ríos)

Los ríos son ecosistemas lineales que evacúan hacia el océano el agua caída sobre las masas continentales. Esta transferencia gravitacional hace que se disipe la energía potencial contenida en el agua, dando como resultado modificaciones importantes en la morfología de los cauces fluviales. El proceso hidráulico derivado de esta pérdida se desarrolla en forma previsible, de manera que las morfologías adoptadas por los diversos ríos del mundo son muy parecidas entre sí cuando son similares las condiciones topográficas, altitud y pluviosidad.

Además, las condiciones geográficas de una determinada cuenca fluvial pueden imponer ciertas características específicas a los ríos. En efecto, existen mayores diferencias entre los distintos sectores de un mismo río que entre sectores homólogos de ríos distintos. De ahí que los estudios ecológicos de los ríos tiendan a considerar divisiones altitudinales de los sistemas fluviales, con criterios físicos, químicos y/o biológicos, en vez de considerar el sistema en su conjunto desde el nacimiento hasta la desembocadura. Sin embargo, tales subdivisiones se realizan sólo para facilitar el estudio, ya que todo sistema fluvial debe tomarse en última instancia como un todo que presenta una gradación de características a lo largo de su curso.

Los ríos chilenos al drenar la vertiente occidental de la cordillera de los Andes y desembocar en el Pacífico, con la excepción de aquellos que drenan las planicies altiplánicas y que corren en cuencas paralelas al valle central, son cortos y torrenciales. Esta característica influye fundamentalmente en la carga de sólidos que arrastran las aguas.

Tal como está ampliamente detallado en la literatura, mayor es la carga y el tamaño de las partículas que arrastra la corriente, en sistemas de características torrenciales. Este hecho influye directamente tanto en la morfología fluvial como en la calidad química de las aguas, dado que el flujo alto tiende a incrementar la acción erosiva y a transportar mayor cantidad de material en suspensión.

⁹ Conceptos y criterios par la evaluación ambiental de humedales, SAG- CEA, 2007

Este material particulado en suspensión, en contacto con el agua, es transformado y degradado a través de procesos físico-químicos y/o biológicos, dando como resultado las características químicas al agua. En la zona central de Chile, al disminuir los caudales durante el período estival, el flujo se reduce progresivamente hasta alcanzar el flujo basal. En ese momento las masas hídricas permanecen mayor tiempo en el río, depositando la mayor parte de su carga de material particulado.

En los ríos se pueden distinguir dos zonas: ritón y potamón. Se define el ritón como la región que se extiende desde las fuentes de origen del curso de agua, hasta el punto en que las temperaturas medias mensuales ascienden a 20°C, con concentraciones de oxígeno elevadas. La corriente es rápida y turbulenta y el lecho se compone de rocas, piedras o grava, con espacios ocasionales de arena o limo.

Aguas abajo comienza el potamón, en donde aumenta la temperatura del agua, la concentración de oxígeno y las velocidades de escurrimiento se reducen, cambiando significativamente las condiciones del hábitat y del lecho del río con sedimentos más finos.

Los ríos en las zonas andinas corresponden fundamentalmente al tipo ritónico, siendo su metabolismo fundamentalmente heterotrófico, donde la materia orgánica alóctona es la principal fuente de carbono que sostiene la trama trófica de los metazoos. La materia orgánica es degradada progresivamente por diferentes grupos funcionales de invertebrados acuáticos, los que constituyen la principal fuente de alimento de la fauna íctica.

La biodiversidad de los ríos ritónicos está constituida principalmente por larvas de insectos y peces, siendo estos últimos las especies más características. La fauna íctica de las aguas continentales de Chile sólo alcanza a 44 especies (Vila et al. 1999^a; Dyer, 2000^a; Habit et al., 2006). De estos, 24 (54%) son endémicos de Chile, un número bajo, si se lo compara con otras regiones biogeográficas del mundo¹⁰. Sin embargo, algunas especies tienen un hábitat restringido, como es el caso de las Orestias, descritas exclusivamente en humedales andinos¹¹. Esta condición de las especies ícticas nativas las hace vulnerables y singulares y consecuentemente.

Los ecosistemas lóticos de Chile Central y Sur están regulados por el origen del carbono orgánico, proceso que depende en último término de las condiciones hidrológicas e hidrodinámicas propias de cada río (Contreras, 1998). Sin embargo, existen otros factores que influyen en la organización de estos ecosistemas, como los sedimentos y temperatura del agua.

Para ampliar la información sobre el funcionamiento sistémico de los ríos revisar publicación de la DGA (2009)¹².

10 I.Vila, M. Contreras, L. Fuentes, 1999. Peces Limnícolas de Chile. Boletín MNHN, Chile 48:61 -75 (1999).

11 Vila, I, Veloso, A., Schlatter, R. & C. Ramirez. 2006 Macrófitas y vertebrados límnicos de Chile^a. Editorial Universitaria. Santiago. Chile 13 -19 pp

12 DGA. 2009. Determinación de Caudales Ecológicos en Cuencas con Fauna Ictica Nativa y en Estado de Conservación. S.I.T. N° 187. MOP. 192 pp.

>> Salar de Pedernales, sitio prioritario Atacama.



4.2.2.2 Ecosistemas lentícos (lagos)

La principal característica de los lagos, es que son extensos volúmenes de agua almacenada, con altos tiempos de retención. Esta diferencia implica que las velocidades de flujo son bajas, midiéndose en término de centímetros por segundo o incluso milímetros por segundo. Producto de esta dinámica en la hidráulica de lagos y embalses, encontramos un predominio de especies planctónicas-pelágicas por sobre las bentónicas, éstas últimas propias de los ríos..

Desde el punto de vista físico, los agentes atmosféricos (viento, radiación solar) adquieren una importancia mayor respecto de la influencia de los caudales afluentes o efluentes en la dinámica de un lago o embalse. Un ejemplo de lo anterior se observa del estudio de la variación estacional de temperatura del cuerpo de agua. Para un lago temperado, es usual encontrar que la temperatura aumenta en verano, y disminuye en invierno por efecto del intercambio calórico entre la superficie del lago y la atmósfera.

El aumento de la temperatura superficial durante el verano significa que la densidad del agua disminuye en la superficie respecto de la densidad del agua profunda. La cantidad de energía necesaria para producir la mezcla es directamente proporcional a la diferencia de densidades entre la zona superficial y la profunda del cuerpo de agua. Este proceso se conoce como estratificación, es así como en un cuerpo de agua estratificado puede distinguirse “dos capas” o estratos, de densidad homogénea que interactúan continuamente. Usualmente, el estrato superficial se conoce como epilimnion, el profundo como hipolimnion y el intermedio como metalimnion o termoclina, en caso que la estratificación sea por temperatura.

La principal relación existente entre los procesos físicos y la respuesta química y biológica de un lago, es el tiempo de retención. Este parámetro da cuenta del tiempo medio que el agua está dentro del lago. La relación entre este parámetro y la dinámica químico-biológica es que, si el tiempo de retención es alto, entonces la dinámica del cuerpo de agua está gobernada principalmente por los procesos internos, (por ejemplo: crecimiento del fitoplancton y zooplancton, reacciones químicas, entre otros). En caso contrario, para tiempos de retención bajos la dinámica del cuerpo de agua está gobernada principalmente por las condiciones de los afluentes que lavan continuamente el cuerpo de agua.

Entre las principales funciones de los lagos esta la capacidad de producción de materia orgánica autóctona; proceso que se denomina eutrofización. Si al sistema ingresa un contenido mayor de nutrientes que la capacidad de carga del sistema, este proceso afectará negativamente su funcionamiento. De esta forma, los lagos pasan de un estado de bajo contenido de materia orgánica (oligotrófico) hacia un estado de alto contenido de materia orgánica (eutrófico), siendo este proceso unidireccional e irreversible.

Para ampliar la información sobre el funcionamiento sistémico de los lagos revisar publicación del SAG (2007)¹³.

¹³ Servicio Agrícola y Ganadero-Centro de Ecología Aplicada (2007). Guía conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. (http://www.sinia.cl/1292/articles-41304_recurso_1.pdf).

4.3. Criterios para la delimitación de humedales andinos

La presencia de humedales está determinada por características sitio-específicas, que establecen un nivel de hidromorfismo mínimo para el desarrollo de espejos de aguas y/o de condiciones de sustrato saturado. Esto permite la presencia de especies que requieren mayor contenido de humedad en el sustrato.

La mantención de humedad a nivel de sustrato se lleva a cabo a través de los procesos de infiltración lateral, ascenso capilar o por inundación superficial. En cualquiera de estas tres formas que se materialice el suministro hídrico, se deben tener en cuenta, la permanencia y recurrencia de este fenómeno. Si la condición de humedad en el sustrato es permanente, la vegetación presente es más hidromórfica (Ciperáceas y juncáceas) y los contenidos de materia orgánica son más altos; es precisamente en este tipo de sitios en el que la vegetación es más sensible a disminuciones en los aportes hídricos.

A medida que el sistema se hace menos hidromórfico, la vegetación presente es menos hídrica, lo que se manifiesta visualmente en coberturas menores, plantas menos vigorosas, mayor cantidad de rastrojo y período de crecimientos más restringido. De igual forma, a menor contenido de humedad en el sustrato, el contenido de materia orgánica es menor.

Lo anterior permite establecer que los principales criterios para delimitar los humedales son:

- Profundidad de la napa freática ("water table"), definido por el nivel donde el suelo está 100 % saturado de agua.
- Características de crecimiento y arquitectura de vegetación hidrófila y zonal hídrica.
- Riberas de los cursos de agua (canal-laguna), ríos y lagos, definidos por la tasa de retorno de 100 años (TR100).

Al delimitar espacialmente los humedales, implícitamente se establecen los umbrales requeridos para su mantención.

La definición de la superficie a conservar depende de cada humedal. Es posible plantear la superficie actual como ecosistema de referencia, o bien, establecer un rango en función de la superficie histórica.

Los niveles freáticos son un referente ambiental importante para la vegetación hidrófila de bofedales y vegas. Se considera que un nivel freático entre 1 a 1.5 m de profundidad constituye un umbral máximo. Niveles freáticos por debajo de 1.5 m de profundidad, provocan el "colgamiento" de la vegetación hidrófila, desconectando la vegetación de los recursos hídricos subterráneos. Estos umbrales deben ser calibrados para cada humedal en particular, en función del tipo de vegetación.

Para el caso de lagos y ríos, la extensión definida por la tasa de retorno de 100 años, establece la máxima expresión areal del humedal, constituyéndose en un referente respecto de su condición actual. Es importante señalar que la diferencia areal entre la condición actual y TR100, puede tener su origen en procesos naturales y/o antrópicos.

5. Perturbaciones a la dinámica de los humedales andinos

Las perturbaciones son procesos que afectan la estructura y funcionamiento de los humedales. Dependiendo de su comportamiento, pueden ser de 2 tipos: **i)** presión, donde el proceso actúa por un período prolongado de tiempo, y **ii)** pulso, donde existe un evento único.

Dentro de este último tipo se encuentran las perturbaciones catastróficas, que son eventos de corta duración pero de alta intensidad. En función del origen, las perturbaciones pueden ser naturales o antrópicas, aún cuando los efectos que generan sobre los humedales pueden ser similares.

Las perturbaciones de tipo natural modifican los humedales, pero son procesos que forman parte de la dinámica de los sistemas (ej. crecidas). Los sistemas tienen la capacidad de resistir o absorber el efecto de las perturbaciones naturales mediante la duplicación de las funciones ecosistémicas o estadios de resistencia, entre otros. A esto se le llama capacidad de resiliencia o buffer.

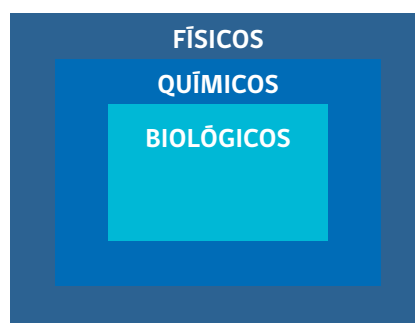
En cambio, las perturbaciones antrópicas son con frecuencia procesos o materiales “no conocidos” por los sistemas y, por ende, los efectos pueden ser muy variables, generalmente negativos (ej. Contaminación o extracción hídrica sostenida).

Tal como se indicó anteriormente, los humedales son regulados principalmente por factores como el caudal, las condiciones climáticas y los nutrientes, entre otros. Sin embargo, no todos los factores tienen la misma jerarquía importancia en cuanto a su rol como factor forzante.

En la Figura 5.1 se presenta en forma muy simple la jerarquía de los factores que regulan los humedales. De ella se desprende que los factores físicos son los más importantes, luego los químicos y por último, los biológicos. Esto se puede ejemplificar de la siguiente manera: si se agrega una cantidad de nutrientes extremadamente alta a un humedal y no ocurren cambios en su condición trófica, es posible suponer que los tiempos de residencia sean bajos. O bien, si se incorporan peces herbívoros a un humedal para controlar la biomasa de plantas acuáticas sin ningún resultado, es de suponer que el humedal presenta una carga de nutrientes alta. En cambio, una alteración en los caudales modifica inmediatamente la masa de los componentes bióticos y abióticos.

Los procesos biológicos en los ecosistemas acuáticos, son una expresión de las condiciones físicas y químicas que se producen en la columna de agua y sedimentos, modulados por factores forzantes externos. De este modo, cualquier cambio en el comportamiento de ambas matrices, generará cambios en la composición y abundancia de las comunidades acuáticas.

FIGURA 3. Distribución jerárquica de los factores que controlan los humedales.
Fuente: Centro de Ecología Aplicada, 2006, documento inédito.



Dependiendo de la naturaleza de la perturbación, será la calidad y magnitud del efecto que se genera sobre el ecosistema. De este modo, podemos señalar que perturbaciones de tipo físico pueden superar la capacidad de resiliencia del sistema, llevándolo a un estado diferente del observado en condiciones naturales.

Por el contrario, perturbaciones de tipo biológico pueden afectar a un componente específico de los ecosistemas. En la Tabla 4 se describen a escala del sistema, las perturbaciones que pueden alterar la dinámica de los humedales, cada una de ellas generan efectos sobre la estructura y funcionamiento de los mismos.

La identificación de las perturbaciones permitirá acotar los alcances de la información requerida para su evaluación y seguimiento e incluso optimizar las medidas destinadas a la protección y/o recuperación de los humedales.

TABLA 4. Perturbaciones en función de los Ecotipos

Ecotipo	Perturbación/Amenaza		
	Físico	Químico	Biológico
Evaporación	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales y/o compuestos orgánicos.	Sobrepastoreo.
Afloramientos subterráneos	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales. Actividad agrícola.	Sobrepastoreo. Introducción especies exóticas. Depredadores domésticos (gatos y perros).
Escorrentía	Extracción agua superficial. Deforestación. Embalses. Drenaje.	Descargar Riles con alta concentración nutrientes.	Deforestación de la vegetación ripariana. Sobrepastoreo. Especies exóticas invasoras.

Fuente: Protección y Manejo de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica. CONAMA- CEA. 2007
<http://www.sinia.cl/1292/article-41115.html>

5.1. Variables de cambio relevantes para evaluar humedales a diferentes escalas

Los sistemas ecológicos o ecosistemas pueden ser estudiados y monitoreados desde múltiples perspectivas y a las más diversas escalas de tiempo y espacio. La dinámica y estructura de los ecosistemas es “escala dependiente”; esto es, el ecosistema se “verá” distinto según la escala a la que se observe. Es por ello que resulta vital, en las etapas iniciales del monitoreo ambiental, definir más de una escala, espacial y temporal (ver Acápite 8).

El uso de variables de cambio a diferentes escalas, permite evaluar fenómenos que son escala dependiente y que pueden ser afectados por procesos cuyo origen está en otra escala. Como por ejemplo, fenómenos climatológicos globales (fenómeno del Niño), regionales (invierno boliviano), locales (evaporación, disponibilidad recursos hídricos) sobre la dinámica de los humedales. La importancia del enfoque multiescalado radica en que permite evaluar el peso relativo de cambios derivados por procesos naturales versus aquellos que tienen su origen en actividades antrópicas.

Cada uno de los elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de los humedales responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). De este modo, podemos utilizar componentes del humedal para monitorear su “estado” (ej. bioindicadores), y trasladar esa condición al estado del humedal. Para esto, debemos utilizar el supuesto de que el componente escogido representa fielmente la condición global de humedal, o bien, es el componente más sensible que permite detectar cambios tempranos.

Es evidente que cuando se desconocen las características básicas de los componentes bióticos y/ abióticos, su uso como bioindicadores es limitado. En este contexto, la identificación de variables de estado de los humedales, permite analizar la condición global del humedal sin la necesidad de un análisis detallado de su estructura.

Las variables de estado son aquellas que describen el comportamiento global de los humedales y se describen en el Acápite 8 en el Programa de seguimiento ambiental.



A. FIGUEROA

>> Río Juncal, Sitio Ramsar Parque Andino Juncal, región de Valparaíso.

6. Descripción de Línea de Base

La descripción de línea de base corresponde a la información necesaria para describir la condición basal o natural del humedal, bajo el entendido que no existen perturbaciones de origen antrópico que alteren la dinámica de los ecosistemas.

6.1 Parámetros componente hídrico:

A continuación se describen los parámetros mínimos que deben ser considerados para caracterizar la línea base de un humedal:

a) Componente hídrico:

- Caudal superficiales
- Nivel freático, niveles subterráneos, altura de escurrimiento, nivel hidrométrico, según las características del humedal.
- Variables meteorológicas: dirección e intensidad del viento, T° del aire, precipitaciones, radiación total, evaporación.

b) Escala:

La escala de representación de la información será mayor o igual a 1:10.000.

c) Estacionalidad de muestreo:

La caracterización temporal de la línea de base considerara al menos períodos extremos, utilizando como criterios el régimen climático y/o hidrológico.

d) Metodologías:

Se deberán utilizar las metodologías establecidas en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (DGA).

❖ 6.2. Parámetros componente acuático

A continuación se describen los parámetros mínimos que deben ser considerados para caracterizar la línea base de humedal:

a) Parámetros fisicoquímicos medidos en terreno: temperatura del agua, conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto. Potencial redox sedimentos.

Mediciones complementarias en laboratorio: Nutrientes (Fósforo total, nitrógeno total, Nitratos, Nitritos, amonio, ortofosfato, Silíce), STD, STS, Turbidez.

b) Parámetros biológicos:

Composición específica: considerará la descripción a nivel específico o el mejor nivel de resolución taxonómico disponible para las comunidades de fitobentos, zoobentos, fitoplancton, zooplancton, macrófitas, fauna íctica, y/o otros grupos taxonómicos asociados o dependientes directamente del sistema acuático.

- **Biomasa:** cuantificación con métodos directos de la concentración de clorofila a en columna de agua y sedimentos, carbono orgánico total en columna de agua y sedimentos.

La caracterización de la composición específica de los componentes biológicos considerara estaciones de referencia en los compartimientos mayores -laguna, canal, vertiente- en cambio, la cuantificación de la biomasa debe representar la heterogeneidad espacial del humedal.

c) Escala:

La escala de representación de la información será mayor o igual a 1:10.000.

d) Nivel de discriminación:

El nivel de discriminación será de 0,25 cm² a la escala de trabajo seleccionada.

e) Estacionalidad de muestreo:

La caracterización temporal de la línea de base considerara al menos períodos extremos, utilizando como criterios el régimen climático y/o hidrológico.

f) Metodologías:

La obtención de las muestras de los parámetros fisicoquímicos se realizará de acuerdo a lo establecido en las siguientes normas:

- NCh 411/2.0f96 sobre Calidad del agua - Muestreo - Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
- NCh 411/3.0f96 sobre Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.
- NCh 411/10-2005 sobre Calidad del agua - Muestreo - Parte 10: Muestreo de aguas residuales-recolección y manejo de las muestras.

El análisis de las muestras se realizará en un laboratorio acreditado por el INN, siguiendo los métodos establecidos por la EPA (Estándar Methods).

Los componentes biológicos serán analizados utilizando metodologías o guías aceptadas científicamente y aprobadas por el MMA o SUBPESCA.

Los siguientes son los Protocolos establecidos por el MMA para biota acuática:

1. Protocolo de Muestreo y Análisis de Macroinvertebrados Bentónicos.
2. Protocolo de Muestreo y Análisis de Perifiton.
3. Protocolo de Muestreo y Análisis de Zooplankton.
4. Protocolo de Muestreo y Análisis de Macrófitas.
5. Protocolo de Muestreo y Análisis de Fitoplancton.
6. Protocolo de Muestreo y Análisis de Fauna Íctica.

6.3. Parámetros componente terrestre

A continuación se describen los parámetros mínimos que deben ser considerados para caracterizar la línea base de humedal:

a) Vegetación:

- Formaciones vegetacionales (agrupar según especies dominantes y arquitectura de crecimiento de las especies).
- Superficie por formación vegetal (interpretación sobre imagen de resolución apropiada)
- Cobertura específica por formación vegetacional (composición específica de acuerdo a la toma de un determinado número de puntos en terreno, idealmente 100 puntos por formación).
- Características de sustrato (porcentaje de materia orgánica, salinidad y profundidad a través de análisis de suelo en terreno a través de barrenos o calicata).

b) Fauna:

Composición y abundancia de la fauna vinculada permanentemente o temporalmente con el humedal.

c) Escala:

La escala de representación de la información será mayor o igual a 1:10.000.

>> Laguna Sta. Rosa, Parque Nacional
Nevado Tres Cruces y sitio Ramsar Laguna
Negro Francisco y Sta. Rosa, Atacama.



d) Nivel de discriminación:

El nivel de discriminación será de 0,25 cm² a la escala de trabajo seleccionada.

e) Estacionalidad de muestreo:

La caracterización temporal de la línea de base considerara al menos el período de mayor actividad de las especies dominantes y codominantes, o bien, períodos extremos, utilizando como criterios el régimen climático y/o hidrológico.

f) Metodologías:

Se deberán utilizar metodologías aceptadas científicamente o guías metodológicas aprobadas por el SAG.

7. Plan de monitoreo y seguimiento ambiental de humedales andinos

El desarrollo de un monitoreo y seguimiento ambiental para un determinado humedal, tiene como objetivo principal la detección temprana de las desviaciones en la estructura y funcionamiento del ecosistema que podrían ocurrir debido a la existencia de perturbaciones de origen antrópico (amenazas). Es decir, es necesario detectar cambios referidos a la condición natural previa o las características de un humedal de referencia. Esta actividad permitirá “reconocer cambios en las condiciones ecológicas de un humedal durante un determinado período de tiempo, a través de un proceso de medición, predicción y evaluación”.

A su vez, los indicadores de alerta temprana se pueden definir como “las respuestas físicas, químicas o biológicas, a un factor de tensión determinado, que preceden a la aparición de efectos que potencialmente pueden ser significativamente desfavorables en el sistema objeto de interés”. Los objetivos de evaluación para proteger el humedal, pueden estar dados por:

- a) Detección temprana de cambios severos y crónicos sobre la estructura y funcionamiento del humedal, lo que aporta información para prevenir impactos importantes en el medio ambiente.
- b) Evaluación de la magnitud del impacto mediante la medición de indicadores de biodiversidad, estado de conservación y/o la respuesta a nivel de la población, comunidad o el ecosistema.

La existencia de un programa de monitoreo y reconocimiento eficaz es un requisito previo para determinar si un humedal ha sufrido o no un cambio en sus características ecológicas. Dicho programa es un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir evaluar la amplitud y lo significativo del cambio.

El monitoreo debería establecer la amplitud de la variación natural de los parámetros ecológicos dentro de un tiempo determinado. El cambio en las características ecológicas se produce cuando estos parámetros se sitúan fuera de sus valores normales.

7.1. Diseño del plan de seguimiento ambiental

Para el diseño de un programa de monitoreo se deben considerar los siguientes aspectos básicos: variable(s) de estado, control espacio-temporal coherente de la(s) variable (s) de estado y las actividades antrópicas que ejercen presión sobre los humedales.

El control espacio-temporal implica determinar dónde y cuándo deben medirse las variables de estado, en función de los atributos específicos de cada humedal y actividad antrópica a monitorear. Debe existir coherencia entre la definición del área de impacto al ecosistema acuático, con el área y período más sensible del humedal (dependientes de la localización territorial y ecotipo de humedal).

7.1.1 Componentes ambientales

Los componentes ambientales corresponden a los compartimientos del ecosistema que se consideran relevantes en términos de su estructura y funcionamiento:

Componente hídrico, considera el análisis de sus características físicas.

Componente acuático, considera el análisis de sus características limnológicas.

Componente terrestre, considera el análisis de la vegetación, suelo y fauna.

7.1.2 Escalas

La escala a utilizar se adecuará según los objetivos, cambios globales asociados a modificaciones areales y/o cambios puntuales en sitios específicos. En cualquier caso se implementarán 2 escalas de análisis complementarias: sistema y global.

Para analizar la condición ambiental de los humedales será necesario delimitarlo espacialmente según los criterios planteados en el punto 4.3, para lo cual se establecen las escalas mínimas requeridas para su descripción:

- **Sistema:** escala mayor a 1:10.000, considera la envolvente definida por la presencia de vegetación hidrófila (halófitas) y sistemas hídricos asociados (se incluyen los subsistemas).
- **Global:** escala menor a 1:50.000, considera la cuenca aportante es su totalidad.

7.1.3. Duración del Monitoreo

A continuación en la Tabla 6 se describe la duración de monitoreo por componente:

TABLA 6. Duración de monitoreo por componente ambiental

Componente	Extensión
Hídrico	Monitoreo permanente durante el desarrollo del proyecto o actividad, con evaluación de datos históricos cada dos temporadas.
Acuático	Monitoreo permanente durante el desarrollo del proyecto o actividad, con evaluación de datos históricos cada dos temporadas.
Terrestre	Monitoreo permanente durante el desarrollo del proyecto o actividad, con evaluación de datos históricos cada dos temporadas. En caso de sistemas sin intervención será considerado 1 monitoreo cada 4 años.

7.1.4. Puntos de monitoreo

La Tabla 7 describe el número mínimo estaciones por componente:

TABLA 7. Cantidad y localización mínima de puntos de monitoreo

Componente	Cantidad y localización puntos monitoreo
Hídrico	Un punto de monitoreo por cada tributario que aporte al balance hídrico del humedal y un punto de monitoreo por cada compartimiento hidrodinámico del humedal.
Acuático	Un punto de monitoreo por cada compartimiento hidrodinámico del humedal, para el caso de los lagos considerar diferentes estratos verticales. Para el caso de la cuantificación de la biomasa se deberá realizar un muestreo extensivo en cada compartimiento hidrodinámico, para representar la heterogeneidad espacial del humedal.
Terrestre	Un punto de muestreo (unidad de paisaje homogéneo o transecta) por cada tipo vegetacional hidrófila -halófila clasificado. Considerar para el seguimiento, los diversos tipos vegetacionales involucrados en el área de influencia, priorizando la elección de aquellas formaciones más sensibles a la alteración del suministro hídrico y que no formen parte del ecotono.

De existir más de un sistema se escogerán sistemas representativos para controlar el funcionamiento hídrico, el que determina las características ecológicas del sistema.

7.1.5. Variables a medir y frecuencia monitoreo según las propiedades básicas de cada humedal (capítulo 4):

Las variables a medir se determinarán de acuerdo al alcance de la evaluación ambiental, a nivel del sistema y global.

Para aquellos proyectos o actividades que generan efectos descritos en los Artículos 6º y 9º del Reglamento del SEIA, estos deberán incluir, al menos, el seguimiento ambiental descrito en el Módulo I para todos los componentes.

Para aquellos proyectos o actividades que intervienen directa o indirectamente humedales andinos, deben ser consideradas las variables detalladas en el Módulo II desde el levantamiento de la línea de base y durante toda la ejecución del proyecto.

En aquellos sistemas que presenten alteración significativa (cambios en las características ecológicas), se debe dar seguimiento a las variables detalladas en el Módulo I y II. Se entiende también que el Módulo I permite dar un seguimiento basal de los humedales, dando cuenta de la salud del sistema y frente a cualquier alteración significativa, este seguimiento debe ser ampliado por las variables del módulo II. Sin perjuicio de lo anterior, deben considerarse situaciones excepcionales y contemplar ampliar estas variables de monitoreo.

7.1.5.1. Componente hídrico

A continuación se describen las variables incluidas en el Módulo I y Módulo II (Tabla 8) del componente hídrico:

TABLA 8. Variables incluidas en el Módulo I y Módulo II del componente hídrico.

Variable	Módulo I	Módulo II
HÍDRICO	Determinar el límite de la cuenca o subcuenca donde se emplaza el sistema de humedal.	Definir perímetro humedal, en base a crecida con TR de 100 años y grado de conectividad con otros sistemas.
	Determinar la existencia de escurrimientos que drenen hacia el humedal.	Se deben incorporar mediciones continuas de caudales superficiales en los tributarios.
	Realizar un monitoreo de los aportes hídricos al humedal (caudales afluentes y efluentes).	Incorporar mediciones continuas de niveles hidrométricos de los diferentes compartimentos hidrodinámicos del humedal (agua y suelo).
	Realizar un monitoreo de los niveles hidrométricos del humedal (agua y suelo).	
	Caracterización del acuífero a través de las mediciones de niveles estáticos en pozos de aguas subterráneas.	Incorporar mediciones continuas de niveles estáticos, para determinar la dirección del flujo y velocidad de escurrimiento de las aguas subterráneas y freáticas.
	Caracterización de las condiciones meteorológicas (dirección e intensidad del viento, Tº del aire, precipitaciones, radiación total, evaporación).	Medición continua de dirección e intensidad del viento, Tº del aire, precipitaciones, radiación total, evaporación.

>> Río Juncal, Sitio Ramsar
Parque Andino Juncal,
región de Valparaíso.



A. FIGUEROA

7.1.5.2. Componente acuático

A continuación se describen las variables incluidas en el Módulo I y Módulo II del componente hídrico:

Las Tablas 9 y 10 describen las variables a medir en el Módulo I y II, en cuencas endorreicas, respectivamente.

a) Humedales en cuencas endorreicas:

TABLA 9. Variables incluidas en el Módulo I del componente acuático.

M Ó D U L O I	Variable	Frecuencia muestreo
	Caudal	Mensualmente en vertientes.
	Nivel freático	En período de actividad y latencia de la vegetación hidrófila.
	Humedad y salinidad del suelo	En período de actividad y latencia de la vegetación hidrófila
	Área laguna terminal	En período lluvioso y de bajas temperaturas.
	Conductividad eléctrica	En período lluvioso y de bajas temperaturas, en sector canal y laguna.
	Altura de escurrimiento	En período lluvioso y de bajas temperaturas, en sector canal y laguna.
	Composición de macrófitas	En período lluvioso y al final período de latencia
	Biomasa total (Clorofila a y carbono orgánico total)	En período lluvioso y de bajas temperaturas.

TABLA 10. Variables incluidas en el Módulo II del componente acuático.

M Ó D U L O II	Variable	Frecuencia muestreo
	Caudal	Semanalmente en vertientes.
	Nivel freático	Mensualmente el nivel freático del acuífero superficial en área de vegetación hidrófila.
	Humedad y salinidad del suelo	Mensualmente la humedad y salinidad del suelo en área de vegetación hidrófila.
	Conductividad eléctrica	Semanalmente en las vertientes.
	Altura de escurrimiento	Mensualmente en cubeta principal de laguna terminal, área nidificación flamencos y área presencia de peces.
	Superficie lacustre en zona terminal	Semestralmente en los meses con menor temperatura del aire y después de las precipitaciones.
	STD, STS	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	Temperatura, pH, oxígeno disuelto	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	N total, P total, Si macroelementos, metales, As	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	Fitobentos (composición-abundancia)	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	Zoobentos (composición-abundancia)	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	Macrófitas (composición-abundancia)	Estacionalmente la cobertura en lagunas y cursos de agua de baja salinidad.
	Fauna íctica (composición y abundancia)	Estacionalmente lagunas y cursos de agua de baja salinidad.
	Fauna vertebrados terrestres (composición-abundancia)	Estacionalmente en lagunas y cursos de agua.
	Composición y abundancia de avifauna: flamencos y especies migratorias inter hemisférica	Estacionalmente en el humedal.
	Biomasa microalgas bentónicas (método directo). y carbono orgánico total	Estacionalmente en cubeta principal de laguna Terminal y canal de alimentación.

Las Tablas 11 y 12 describen las variables a medir en el Módulo I y II para ríos y lagos, en humedales de cuencas exorreicas:

b) Humedales en Cuencas Exorreicas: Ríos

TABLA 11. Variables incluidas en el Módulo I del componente acuático.

M O D U L O I	Variable	Frecuencia muestreo
	Caudal	Controlar estacionalmente.
	Temperatura	Controlar estacionalmente.
	Conductividad eléctrica	Controlar estacionalmente.
	S.T.S	Controlar estacionalmente.
	Materia orgánica total (MOP)	Controlar semestralmente.
	Biomasa microalgas bentónicas (Clorofila a-método directo)	Controlar semestralmente.
	Fauna bentónica (composición-abundancia)	Controlar semestralmente.

TABLA 12. Variables incluidas en el Módulo II del componente acuático.

M O D U L O II	Variable	Frecuencia muestreo
	Caudal	Controlar mensualmente.
	Temperatura	Controlar mensualmente.
	Conductividad	Controlar mensualmente.
	pH	Controlar mensualmente.
	Oxígeno disuelto	Controlar mensualmente.
	Turbidez	Controlar mensualmente.
	Nitrógeno orgánico total , nitrato, nitrito, amonio (matriz acuosa)	Controlar estacionalmente.
	Fósforo total, ortofosfato (matriz acuosa)	Controlar estacionalmente.
	Fósforo total y Nitrógeno orgánico total (matriz sedimentaria)	Controlar estacionalmente.
	Sílice (metalogénico - biogénico)	Controlar estacionalmente.
	Carbono orgánico total (matriz acuosa y sedimentaria)	Controlar estacionalmente.
	Coliformes totales y fecales	Controlar estacionalmente.
	DBO5 y DQO	Controlar estacionalmente.
	S.T.S - S.T.D	Controlar estacionalmente.
	Granulometría sedimentos	Controlar estacionalmente.
	Composición y abundancia microalgas bentónicas	Controlar estacionalmente.
	Biomasa microalgas bentónicas (clorofila a - método directo)	Controlar estacionalmente.
	Fauna bentónica (composición-abundancia)	Controlar estacionalmente.
	Composición y abundancia peces	Controlar estacionalmente.

c) Humedales en Cuencas Exorreicas: Lagos

Las Tablas 12 y 13 describen las variables a medir en el Módulo I y II para lagos.

TABLA 12. Variables incluidas en el Módulo I del componente acuático.

M O D U L O I	Variable	Frecuencia muestreo
	Nivel hidrométrico	Controlar estacionalmente.
	Temperatura	Controlar estacionalmente.
	Conductividad eléctrica	Controlar estacionalmente.
	Turbidez	Controlar estacionalmente.
	Nitrógeno orgánico total , nitrato, nitrito, amonio (matriz acuosa)	Controlar semestralmente.
	Fósforo total, ortofosfato (matriz acuosa)	Controlar semestralmente.
	S.T.S - Sílice	Controlar semestralmente.
	Biomasa microalgas fitoplanctónicas (clorofila a - método directo)	Controlar semestralmente.
	Microalgas fitoplanctónicas (composición - abundancia)	Controlar semestralmente.
	Condiciones climáticas (intensidad y dirección viento, radiación total, temperatura del aire)	Controlar estacionalmente.

TABLA 13. Variables incluidas en el Módulo I del componente acuático.

M O D U L O I	Variable	Frecuencia muestreo
	Nivel hidrométrico	Controlar mensualmente.
	Temperatura	Controlar mensualmente.
	Conductividad	Controlar mensualmente.
	pH	Controlar mensualmente.
	Oxígeno disuelto	Controlar mensualmente.
	Turbidez	Controlar mensualmente.
	Disco Secchi	Controlar mensualmente.
	Nitrógeno orgánico total , nitrato, nitrito, amonio (matriz acuosa)	Controlar estacionalmente.
	Fósforo total, ortofosfato (matriz acuosa)	Controlar estacionalmente.
	Fósforo total y Nitrógeno orgánico total (matriz sedimentaria)	Controlar estacionalmente.
	Sílice (metalogénico - biogénico)	Controlar estacionalmente.
	Carbono orgánico total (matriz acuosa y sedimentaria)	Controlar estacionalmente.
	Coliformes totales y fecales	Controlar estacionalmente.
	DBO5 y DQO	Controlar estacionalmente.
	S.T.S - S.T.D	Controlar estacionalmente.
	Potencial redox (matriz sedimentaria)	Controlar estacionalmente.
	Composición y abundancia microalgas fitoplanctónicas	Controlar estacionalmente.
	Biomasa microalgas fitoplanctónicas (clorofila a - método directo)	Controlar estacionalmente.
	Fauna zooplanctónica (composición-abundancia)	Controlar estacionalmente.
	Composición y abundancia peces	Controlar estacionalmente.
	Composición y abundancia plantas acuáticas	Controlar estacionalmente.
	Condiciones climáticas (intensidad y dirección viento, radiación total, temperatura del aire)	Controlar mensualmente.

7.1.5.3. Componente terrestre

Considerando el grado de incertidumbre de las predicciones del comportamiento hídrico y su influencia en la variación de la vegetación azonal, el Plan de Seguimiento, asociado a los monitoreos de vegetación con fines preventivos, debería permitir identificar oportunamente posibles desviaciones de las predicciones realizadas durante el proceso de evaluación del proyecto.

El Plan de Monitoreo debe considerar lo siguiente:

- Debe tener continuidad durante la ejecución del proyecto. Para lograr los objetivos del Plan de Monitoreo se deben considerar variables que reflejen lo que está ocurriendo en el sistema y contar con indicadores de cumplimiento, medibles y evaluables en etapas intermedias del plan.

Con el objeto de diferenciar los cambios en la formaciones vegetacionales originadas por variaciones en la precipitación –especialmente de años extremadamente secos–, respecto a cambios causados por el proyecto y, por consiguiente, dar mayor objetividad al seguimiento ambiental, es recomendable contar con un área de referencia (testigo), que considere lo siguiente:

- Presentar formaciones vegetacionales similares a las de la zona impactada.
- Características de sustrato y aporte hídrico similares.
- No estar sometida a modificaciones de suministro de agua.

Por otra parte, en aquellas medidas en las que se contempla manejo artificial del suministro hídrico, en especial a la vegetación, se requiere verificar el grado de homogenización de la flora, lo que debiera ser considerado como un mal indicador de la medida, ya que siempre se debe mantener la estructura horizontal de la vegetación descrita en la línea base. Es por esta razón, que de los puntos de control deben estar ubicados en los sectores de ecotono; que es el área de mayor variabilidad vegetal.

La Tabla 14 describe las variables a medir en el Módulo I para el componente terrestre.

TABLA 14. Variables incluidas en el Módulo I del componente terrestre.

M Ó D U L O I	Variable (Composición de la vegetación)	Frecuencia muestreo
	Porcentaje de participación específica para cada tipo de formación vegetal.	Analizar la información recopilada en dos a tres años (temporada de crecimiento de la vegetación), en especial el estado de plántulas, dado que muchos individuos no quedan visibles por el afloramiento salino que los cubre.
	Porcentaje de sustrato salino/ materia orgánica.	Analizar la información recopilada en dos a tres años (temporada de crecimiento de la vegetación).
	Porcentaje de cubrimiento de rastrojo o mantillo.	Analizar la información recopilada en dos a tres años (temporada de crecimiento de la vegetación).
	Porcentaje de cubrimiento de agua superficial en sectores inundados	Analizar la información recopilada en dos a tres años (temporada de crecimiento de la vegetación).

8. Medidas de manejo para conservación

Para asegurar la mantención de las características ecológicas de los humedales, así como las funciones que estos cumplen desde el punto de vista ecológico, social y económico, se deben considerar medidas de manejo específica a cada tipo, las que están propuestas en la tabla 8.1. En ésta se señalan medidas de manejo generales para humedales según ecotipos.

Adicionalmente es necesario considerar, para efecto de las actividades o proyectos que intervienen estos ecosistemas acuáticos, la implementación de medidas de mitigación, compensación, reparación y/o restauración, según corresponda. La tendencia debe ser a generar el menor impacto, atendiendo a lo señalado en el Título VI, Párrafo 1º, Art. 58, letra a y b de la Ley de bases de Medio Ambiente.

TABLA 15. Medidas de manejo generales para humedales según ecotipos.

Clase	Descripción de la medida
Evaporación	Regular la extracción de agua subterránea y superficial, mediante el control del nivel freático en áreas con vegetación hidrófila terrestre. Regular el pastoreo por ganado doméstico de la vegetación hidrófila, mediante cercos perimetrales (cuando sea factible y así lo considere la autoridad ambiental).
Afloramientos subterráneos	Regular la extracción de agua subterránea, mediante el control del nivel freático en áreas con vegetación hidrófila terrestre. Regular el pastoreo por ganado doméstico de la vegetación hidrófila, mediante cercos perimetrales. Controlar el aporte de Riles a los humedales, mantener morfología, mantener caudal del humedal y nivel hídrico de sus tributarios.
Escorrentía	Controlar la deforestación de vegetación tipo arbórea o vegetación hidrófila en las riberas de los humedales, mantener franja mínima de 20 m de ancho. Regular la extracción de caudales y mantener el patrón temporal. Nivel hídrico de sus tributarios. Controlar el aporte de aguas residuales a los humedales. Minimizar retención de sedimentos.

>> Laguna Aravilla,
Comuna de Colchane.



8.1. Identificar alcances de la medida

A continuación se señalan los criterios mínimos que deben ser considerados para establecer adecuadamente las medidas de manejo:

- Identificar la hidrografía del área, aporte hídrico para la vegetación y componente acuático.
- Identificar el caudal ecológico para las áreas de importancia ambiental y las áreas de importancia ecológica identificadas en el área de influencia del proyecto.
- Considerar manejo de nutrientes que puedan aportar carga orgánica a lagos u otros subsistemas asociados a ríos identificados en el área de influencia del proyecto.
- Identificar la cobertura vegetal presente a menos de 40 metros de un curso o cuerpo de agua permanente o no permanente, asociada al área de influencia del proyecto.
- Identificar espejos de agua para especies acuáticas y terrestres con dependencia directa, por ej. áreas de alimentación o reproducción de especies.
- Mantención de características mínimas del componente abiótico para permitir la permanencia de hábitat de biodiversidad.
- Especificar si los requerimientos para mantener el efecto esperado de mantención ecosistémica son crecientes o no.

8.2. Especificar sistema o condiciones de referencia

Se deberá especificar condiciones de referencia o un sistema de referencia según los siguientes criterios:

- **Condiciones de referencia:** registro histórico de las características estructurales y funcionales del humedal en forma previa al inicio del proyecto o actividades (línea base), que incorpore al menos períodos hidrológicos extremos (años secos y húmedos).
- **Sistema de referencia:** humedal correspondiente al mismo ecotipo localizado idealmente dentro de la misma cuenca hidrográfica y que no presente amenazas de tipo antrópico.

8.3. Indicadores de cumplimiento de medidas

Se deberán incluir indicadores de éxito de la medida con metas a corto, mediano y largo plazo, identificando:

- Superficie y tipos vegetacionales que se mantendrán con la medida.
- Identificar las especies claves que deben mantenerse como especies dominantes o codominantes que permitan actuar como indicadores de éxito y de estado.
- Superficies a recuperar en el mediano y largo plazo que sirva de base para realizar evaluaciones intermedias.
- Estado trófico de los cursos y cuerpos de agua y su control.

8.4. Planes de Contingencia

Los Planes de Contingencia se elaboran en base a la identificación de los componentes sensibles del humedal (ej. poblaciones de especies, matriz acuosa o sedimentos) y las actividades del proyecto, identificando los mecanismos de interacción entre ambos.

A partir de estos antecedentes se identificarán las medidas necesarias para eliminar efectos negativos sobre los elementos sensibles del humedal frente a una contingencia, lo cual se traduce en la práctica en detener o eliminar el agente estresor hasta que se recupere el régimen normal de operación.

8.5. Plan de Cierre

En relación a los planes de cierre se establecen los siguientes criterios:

- Incorporar indicadores de cumplimiento en etapas intermedias que permitan evaluar el plan de cierre no sólo al final del proceso.
- No considerar el plan de cierre en función de los años de aplicación de una medida sino en función del restablecimiento de las características originales de hábitat que permitan que el sistema sea autosustentable.
- Considerar el componente naturalidad.
- Las propuestas de planes de cierre deben ser acotados y con un horizonte de tiempo a largo plazo¹⁴, los que necesariamente deberán considerar: **i)** Recalibraciones periódicas de los modelos hidrogeológicos que sustentan la predicción de impactos y seguimiento de las variables ambientales consideradas críticas, **ii)** Superficie de los espejos de agua para alimentación o reproducción de especies y **iii)** Mantenimiento de características ecológicas del ecosistema (sitio específico) para la permanencia de hábitats de biodiversidad.

¹⁴ Al menos el mismo tiempo de operación del proyecto.

9. Glosario de términos

Abiótico: En el ámbito de la biología y ecología, aquello que no forma parte o no es producto de los seres vivos.

Biótico: Medio o componente de los ecosistemas que reúne al conjunto de materia viva.

Estructura: Es la configuración específica de los ecosistemas, que está dada por los componentes bióticos y abióticos y sus interacciones. Un cambio en la configuración se traduce en un cambio del ecosistema.

Eutroficación: Es un proceso a través del cual se incrementa el contenido de materia orgánica en los humedales, el que se acrecienta al aumentar los nutrientes exógenos (actividad antrópica) Estado de alto contenido de materia orgánica.

Endorreica: Cuenca donde el agua no tiene salida superficial hacia el mar.

Salares: Antiguos cuerpos de agua evaporándose

Bofedales: prados turbosos de origen infraacuático, compuestos principalmente por plantas de las familias Cyperaceae y Juncaceae, a menudo de crecimiento compacto o en cojín, y se encuentran en áreas del Altiplano y la Puna.

Ictiofauna: Peces que habitan en los sistemas acuáticos.

Especie endémica: Se considera que una especie es endémica cuando se conoce únicamente de un determinado lugar, ya sea país o región.

Macrófitas: Plantas acuáticas.

Herbívoros: Aquellas especies que tienen en su dieta exclusivamente plantas.

Consumidores secundarios: Organismos que se alimentan de otros o de la materia orgánica y que sólo se alimentan de heterótrofos. Por ejemplo: peces y anfibios.

Heterotrófico: Organismos que no pueden elaborar sus nutrientes y deben nutrirse de sustancias elaboradas por otros organismos.

Aves ictiófagas: Aves que consumen peces en su dieta.

Materia orgánica autóctona: Materia que sirve de alimento al río, es producida por las hojas, insectos y material vegetal que se descompone al interior del sistema.

Macroinvertebrados: Incluye animales invertebrados de más de 0.5 mm. La gran mayoría corresponden a artrópodos (Crustacea, Insecta), insectos (e.g. Diptera, Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera). Además de pequeños moluscos, oligoquetos, sanguijuelas y planarias.

Fitoplancton: Corresponde a los microorganismos fotosintéticos que forman el plancton, especies de algas microscópicas, unicelulares, filamentosas o coloniales, y que contienen, entre otros, pigmentos clorofílicos. Son los productores primarios, es decir, los que sintetizan su propia materia orgánica.

Zooplancton: Grupo de comunidades que conforman el plancton animal en los sistemas acuáticos.

10. Referencias bibliográficas

- Ahumada, M. y Faundez, L. 2009.** Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118p.
- Arratia 1982a.** Peces del Altiplano de Chile. Vol I, pp 93-133.
- Centro de Ecología Aplicada, 2006, documento inédito.** Propuesta de monitoreo variables físicas del "Sistema de Humedales Andinos".
- Comisión Nacional del Medio Ambiente-Centro de Ecología Aplicada. 2007.** Protección y Manejo de Humedales Integrados a nivel de la cuenca hidrográfica. www.mma.gob.cl
- Contreras M. y A. de la Fuente.** Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. SAG. Santiago. Chile. 81pp
- Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA, 2008.** Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales Andinos. Gobiernos de Ecuador y Chile, CONDESAN y TNC Chile. http://www.paramo.org/portal/files/recursos/Estrategia_Humedales_Altoandinos.pdf de la COP9, Convención Ramsar.
- DGA. 2009.** Determinación de Caudales Ecológicos en Cuencas con Fauna Ictica Nativa y en Estado de Conservación. S.I.T. N° 187. MOP. 192 pp.
- Manual 9 Convención Ramsar.** Manejo de aguas subterráneas
- Manual 11 Convención Ramsar.** Inventario, Evaluación y Monitoreo
- Morales, P.M., I. Vila y E. Poulin.** "Efecto de la fragmentación del habitat sobre la diversidad genética de *Orestias ascotanensis* (Teleostei: Cyprinodontidae) en el altiplano chileno". Biological Research 40 (Supl. A) p.186.2007.
- Servicio Agrícola y Ganadero- Centro de Ecología Aplicada. 2007.** Guía conceptos y criterios para la evaluación de humedales.
- Vila I., Contreras M., Fuentes L., 1999.** Peces Limnicos de Chile. Boletín MNHN, Chile 48:61-75 (1999).
- Vila, V., M. Mendez, S. Scott, P. Morales e E. Poulin.** "Threatened fishes of the world: *Orestias ascotanensis* Parenti, 1984 (Cyprinodontidae)". Environ. Biol. Fish. 80:491-492. DOI 10.1007/s10641-006-9150-0, 2007.
- Vila, I., R. Pardo y S. Scott.** "Freshwater fishes of the Altiplano". En: Aquatic Ecosystems Health and Management 10:2, 201-211. DOI: 10.1080/14634980701351395. 2007.
- Wetzel, R.G. 2011.** Limnology. Lake and river ecosystems. Third edition. Academic press. New York. 1006 pp.

Ministerio del Medio Ambiente
Servicio Agrícola y Ganadero
Dirección General de Aguas

Ministerio del Medio Ambiente
Servicio Agrícola y Ganadero
Dirección General de Aguas



Gobierno
de Chile



2008

Catastro de los humedales urbanos del área metropolitana de Concepción, Región del Biobío, como base para la planificación del manejo ecosistémico



CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	3
2.	Objetivos	2
	Objetivo General	2
	Objetivos Específicos	2
3.	METODOLOGIA	4
	A. Determinación de Humedales	4
	B. Áreas Calculadas de Poligonos de Humedales	5
	C. VALoración de los Humedales	5
	D. Amenazas de Los humedales	6
	E. Creación de Cartografía	6
4.	Resultados Obtenidos	7
5.	Conclusión	22
6.	REcomendaciones	24
7.	BiBliografía	25

1. INTRODUCCION

Los humedales han sido considerado uno de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000). Estos sistemas presentan diversas funciones, tales como el ciclaje de nutrientes, retención de los sedimentos, control de inundaciones, y proveen del hábitat para la vida silvestre. Muchas de estas funciones son importantes para los humanos, por lo tanto son valoradas como servicios ecosistémicos. A pesar de de la importancia de los servicios ecosistémicos, la incomprensión de su estructura y función , aún es escasa para valoración de la sociedad, quienes están llevando a un deterioro muy avanzado.¹

Las principales actividades antrópicas que amenazan estas funciones incluyen entre otras, la extracción de agua para usos mineros, la contaminación por vertido de residuos domiciliarios e industriales, y el drenaje para la agricultura. , Estas han hecho desaparecer los humedales progresivamente en todo el mundo.

En Chile, existe una necesidad de enfocar la protección de humedales de manera “concertada, adecuada y eficiente” (CONAMA, 2005). Al respecto, durante el año 2004, la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) publicó una estrategia destinada a la conservación de humedales. Uno de sus objetivos es “incrementar el conocimiento sobre los humedales”. Para lograr este objetivo, CONAMA decidió crear un sistema de clasificación para los humedales chilenos, de acuerdo a sus características funcionales y estructurales, como una manera de definir distintos ecotipos de humedales.

En la actualidad existen muchas definiciones acerca de un humedal. Sin embargo, la definición más aceptada a nivel mundial es la descrita por la convención internacional de Humedales RAMSAR (Irán, 1971). Para Ramsar los Humedales se definen como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal “.

¹ Sorensen H.1996. “Managing urban lakes:An Integrating experience”. Water Resources Development(12)4: 437-446

Para el presente proyecto, la definición de humedales adoptada es la definida en el estudio **Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica** encargado por CONAMA y desarrollado por el Centro de Ecología aplicada (CEA, 2005). En él se describen los humedales como “Ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”.²

La condición urbana de los Humedales ha sido determinada por los planes reguladores del territorio, los cuales pueden estar determinados por el Servicio de Vivienda y Urbanismo o planes reguladores comunales que dependen de cada municipio.

² Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A. 2005. “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” CEA, Estudio para CONAMA

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y evaluar los ecosistemas de *humedales urbanos*³ del área metropolitana de Concepción, como base para el diseño de estrategias de planificación para el manejo, estableciendo criterios para la protección y conservación de estos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Catastrar los humedales urbanos del área de estudio. Esto a través de tecnología SIG y conocimiento en terreno.
- b) Identificar para los humedales urbanos del área de estudio, indicadores de valoración (económicos, sociales y ambientales⁴), como insumos para la definición de criterios de priorización (según **Valdovinos, C.** 2006). *“Humedales dulceacuícolas y biodiversidad”*. En: *Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile*. Editores: J.

³ Se asume para el presente estudio la siguiente definición de humedales como “ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”, para aquellos humedales marino - costeros se debe considerar adicionalmente, la definición RAMSAR: “...las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”. Lo de *urbano* estará definido por los límites urbanos de los planos reguladores comunales vigentes.

⁴ evaluar para ello propuesta preliminar de la Sociedad Chilena de Limnología, referida a priorización de humedales del país, SCL – Comité Nacional de Humedales, 2008, en revisión.

Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile).

- c) Evaluar de acuerdo a grado de antropización, la condición actual de los humedales urbanos (de acuerdo a Estudio Protección y manejo de humedales integrados a la cuenca hidrográfica, CONAMA-CEA–2007, ya citado).
- d) Jerarquizar las amenazas en los humedales urbanos del área de estudio, como instrumento para definir estrategias de manejo y planificación.

3. METODOLOGIA

A. DETERMINACIÓN DE HUMEDALES

La determinación de los humedales de la región Metropolitana de Concepción, ha sido elaborado a partir de un listado base de humedales proporcionados por CONAMA VIII región. Esta información proviene principalmente del seminario de humedales efectuado el 5 de Noviembre del 2007, organizado por CONAMA, donde fueron reconocidos y descritos los humedales de interés para Concepción Metropolitana para el conocimiento del público en general. Adicionalmente, esta información fue complementada con fotografía satelital y visitas a terreno. Los integrantes a dicho taller describieron humedales conocidos por ellos, de cuya información se filtró aquellos descritos en el área de interés que corresponde al Concepción Metropolitano⁵, lo cual se complementó con información detectada a través de imágenes satelitales y verificación en terreno.

Cada humedal fue delimitado en imágenes satelitales, con un "polígono a través de la georeferenciación de distintos puntos utilizados para la confección del mismo. El criterio de demarcación del Polígono no fue sólo la presencia de espejo de agua, sino también de la vegetación típica circundante del espejo de agua definida para humedales, como los es la vegetación compuesta principalmente por especies de plantas hidrófitas, las cuales han conquistado el ambiente hídrico después de muchos años de adaptación (Rodriguez y Dellarossa,1998) como Ciperaceas (*Scirpus californicus*), Juncaceas (*Juncus* sp) y otras como *Typha* sp, y *Spartina densiflora*.

La presencia del humedal detectado en la imagen satelital en la mayoría de los casos fue corroborado visualmente en terreno, corrigiendo en el caso necesario el polígono trazado. Esta situación se observa en su mayoría cuando el humedal ha sufrido reducción de área, principalmente debido a rellenos de empresas inmobiliarias.

⁵ Corresponde A 10 comunas de la provincia de Concepción, que son Lota, Coronel, San Pedro de La Paz, Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Hualqui, Penco y Tomé

La determinación y generación de polígonos georeferenciados a través de imagen satelital fue realizada con el software Google Earth. Las ventajas de este software es su carácter universal, fácil acceso y de interfaz amigable. Además posee fotografías relativamente actualizadas (2006) y los datos resultan fáciles de exportar a otros software de tipo SIG

Para cada polígono se dispuso de un sistema de información con antecedentes del humedal estudiado, como superficie en hectáreas, Ecotipo, Coordenadas UTM datum WGS84 Huso 18 S, además de otros antecedentes los cuales son desplegados automáticamente al momento de pinchar con el mouse el nombre del humedal. Estos datos son almacenados en formato kmz.

Además se entrega un archivo en formato Excel con información detallada de cada humedal (nombre, superficie, tipo (lacustre, palustre) ecotipo, clase, comuna, provincia, coordenadas, datum y huso, detalle de ubicación y conexión con otros humedales)

B. ÁREAS CALCULADAS DE POLIGONOS DE HUMEDALES

El área de los humedales detectados a través de imagen satelital fue calculado en hectáreas a partir de los polígonos generados en Google Earth desplegados en el software Arc View 3.1. Para este cálculo se transformaron los polígonos (vectores de coordenadas) a formato Shapefile a través de la extensión Arc View kml to shape, para poder ser importados a dicho software. Este formato igualmente es utilizado en la confección de las cartas impresas de cada humedal.

C. VALORACIÓN DE LOS HUMEDALES

Para la valoración de los humedales por parte de la comunidad se siguió la matriz propuesta por Valdovinos C. (2006)⁶, donde se describen 22 servicios o usos de los humedales. Así con igual valoración para cada uno de los servicios se determinó la presencia o no del servicio por cada humedal en virtud de visitas de campo efectuada a los humedales y en base a literatura descrita para el lugar.

D. AMENAZAS DE LOS HUMEDALES

La determinación de las amenazas se realizó en base a las amenazas descritas en el estudio realizado por el Centro de Ecología Aplicada CEA, de acuerdo a las descritas para cada Ecotipo. Sin embargo, como estas amenazas se encuentran en forma general para los diferentes Ecotipos, se realizó un ajuste en base a la generación de una matriz, donde el eje horizontal considera las amenazas y el eje vertical los humedales. Cada amenaza fue valorada de la misma forma, no existiendo amenazas más importantes que otra. Así, se describieron 14 amenazas para los distintos humedales, en base a visitas de campo e información de literatura.

E. CREACIÓN DE CARTOGRAFÍA

La cartografía de cada humedal se obtuvo a través de la conversión de archivos kml de polígonos creados en Google earth para cada humedal en archivos de tipo shape (shp). Los mapas creados muestran el polígono creado pudiéndose observar la morfología de polígono creado. Además las salidas cartográficas en coordenadas UTM con datum WGS 84 y Huso 18 S, a escalas variables dependiendo de la superficie del humedal. Finalmente las cartografías fueron exportadas a formato pdf.

⁶ “*Humedales dulceacuícolas y biodiversidad*”. En: *Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile*. Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile).

4. RESULTADOS OBTENIDOS

A la fecha en Concepción Metropolitano se han identificado, y evaluado 61 humedales como unidad. Muchos de estos humedales han sido difíciles de delimitar, ya que formaron originalmente ecosistemas continuos que han sido separados físicamente ya sea por construcciones de terraplenes, rellenos inmobiliarios, etc. Por esta razón, se ha incluido en el archivo Excel un campo que identifique las relaciones ecosistémica para cada humedal.

La georeferenciación de los humedales fue realizada en coordenadas UTM en base Datum WGS84 con huso 18.

La cartografía descrita para cada humedal, está expresada en unidades métricas negativas desde el cero ubicado en la línea del Ecuador, y decrecientes en plano cartesiano del hemisferio Sur.

Los humedales aquí registrados, abarcan aproximadamente un total de 10.602 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 49,2 % corresponde a el gran humedal de Concepción del río Biobío.

Otros humedales de importancia en cuanto a superficie lo representa el humedal de Rocuant-Andalién con un 16,8 %, el humedal de Lenga con 8,6 % y el Sector de La Laguna Pley y Los Coltrabos de la Isla Santa María con un 7,2 %.

En las siguientes tablas 4.1 se describen los humedales registrados, junto a sus identificaciones de localización y tipos.

Tabla 4.1. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Rocuant-Andalién	1.776,6	Estuario intermareal marisma y humedal ribereño permanente	Costero	Intrusión salina	Talcahuano, Concepción y Penco	672237	5932299	Carretera Interportuaria Penco-Thno.
H. Lenga	909,0	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusión salina	Hualpén	663224	5929104	Caleta Lenga
H. Laguna Price	22,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	670881	5924859	Costado Costanera Río Biobío después de Pte.Juan Pablo II
H. Laguna Lo Mendez	5,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	673281	5925512	Costado Alonso de Rivera frente de Santa Sabina
H. Laguna Redonda	4,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	672333	5924173	Costado Av. 21 de Mayo, Lorenzo Arenas
H. Laguna Lo	0,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674739	5924723	Costado Calle Lientur

Custodio								altura de Juan de Dios Rivera
----------	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------

Tabla 4.2 Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Tucapel Bajo- Paicaví	42,2	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672497	5924983	Desde Av. Jorge Alessandri hasta Tucapel Bajo
H. Laguna Lo Galindo	4,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674735	5925587	Costado oriente Av. Alonso de Rivera a 300 m de Lientur
H. Laguna Lo Pineda	31,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	684538	5922332	Ruta 148 Concep.- Cabrero Km 3,8 desde peaje Chaimávida
H. Laguna Tres Pascualas	8,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674331	5924117	Av. Paicaví altura de Manuel Rodríguez
H. Sector Maule	162,5	Palustre Ribereño	Costero	Intrusion salina	Coronel	661595	5903648	Desembocadura Estero Maule hasta Av. Juan Antonio Ríos
H. Coronel	134,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	666711	5901531	by pass Coronel- Lota Altura de Cantarrana

Tabla 4.3. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. La Posada	88,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	665718	5911722	Costado Cancha Golf Club de Campo La Posada
H. Laguna Quiñenco	29,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	667566	5904771	1 Km desde By Pass bordeando Cerro por ruta forestal O 830
H. Lomas coloradas	24,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	666799	5913978	1,5 Km al Sur este de Lomas Coloradas
H. Los Batros	68,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	667864	5920127	Estero Los Batros desde Laguna Grande hasta Puente Los Batros ruta 160
H. Boca Sur	23,7	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	666078	5923033	Desde Pte Los Batros r 160 hasta desembocadura de estero en Boca Sur
H. Laguna Chica	82,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	670400	5920634	Av. Constanera San Pedro

								Viejo
--	--	--	--	--	--	--	--	-------

Tabla 4.4. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Laguna Grande de San Pedro	169,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	668620	5920204	Av. Las Encinas hasta Los Sauces Villa San Pedro
H. Colcura.	3,5	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusion salina	Lota	664073	5891622	Desde fin calle Balmaceda hasta Desembocadura de estero en Marihueño con Balmaceda
H. Chivilingo	4,1	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusion salina	Lota	662581	5887731	Desembocadura Estero Chivilingo
H. Huachipato	42,1	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	666624	5929651	Desde Costado Camino Lenga hasta interior de Huachipato
H. Camino a Huachipato	23,7	Lacustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	667833	5929660	Av. Gran Bretaña desde Av. Ramuntcho hasta Av. Rocoto
H.	2,9	Palustre	Continental	Infiltración	Hualpén	669708	5925784	Postdam Esq

Guñunhue				A				Pilpilco
----------	--	--	--	---	--	--	--	----------

Tabla 4.5 Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. San Andrés	5,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	673807	5926812	Costado Av. Ramón Carrasco Parque central
H. Palomares	2,8	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	678699	5923155	Av. General Bonilla Km 3,2
H. Vegas de Nonguen	6,6	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	677568	5922701	los lirios, hasta camino Nonguen bordeando estero
H. Perales	3,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	671025	5929347	Costado Rotonda Puente Perales
H. Cosmito	2,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	676795	5928350	costado cerro Parque Sendero, Sector Cosmito camino a Penco

H. Collao	1,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	677616	5923306	Costado Gral Bonilla Km 2 desde Collao hasta Andalién
-----------	-----	----------	-------------	-------------------	------------	--------	---------	---

Tabla 4.6 . Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Desembocadura Norte Río Biobío	310,0	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Hualpén	665858	5925424	Sector desembocadura Norte Río Biobío
H. Cemento Biobío	4,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	667697	5930932	Frente Rotonda Huachipato, detrás de Inchalam
H. Comaco	45,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	668707	5929627	Frente a empresa Comaco
H. Laguna Macera	2,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	670101	5928383	Pob. Diego Portales
H. Laguna Recamo	3,4	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	669007	5933295	Entrada isla Rocuant
H. Laguna Verde	14,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	664259	5926235	Santuario Hualpén
H. Camino a Penco	2,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	676977	5927941	Camino Penco Km 4 desde

								Rotonda Bonilla
H. Cerro Chepe	0,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672546	5923137	Orilla Cerro Chepe Costado Andrés Lamas
H. Villa Dinahue	4,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	669323	5929921	Rio Mapocho, calle Lago Ranco

Tabla 4.7. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Huachicop	1,0	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	669721	5930030	Costado Calle Santa Claudia, frente pasaje San Lucas
H. Entrada a Lota	51,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Lota	665084	5894988	Noroeste a la entrada Lota. Frente fin Playa Blanca
H. Junquillar	57,0	Palustre	Continental	Infiltración A	San Pedro de la Paz	667304	5918099	Entre san Pedro y Coronel
H. Portal San Pedro	1,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	667953	5920803	Pob. Portal de San Pedro
H. Costado cerro Chepe, Prat	11,5	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672554	5923640	Costado Prat, hacia el sur de Lag. Redonda
H.	1,0	Palustre	Continental	Infiltración	Talcahuano	669721	5930030	Costado Calle Santa

Huachicop				A				Claudia, frente pasaje San Lucas
H. 18 de Septiembre	2,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Tomé	681508	5946882	Tomé alto, Camino Cocholgue por C. Werner

Tabla 4.8. Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Camino al peaje Chaimavida	6,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	679398	5923657	Av. General Bonilla Km 4 dese rotonda
H. Laguna el Pley y laguna Los Coltrabos	760,1	Lacustre	Costero	Intrusión salina	Coronel	631456	5901775	Isla Santa María
H. Schwager	1,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	662233	5902511	Costado Av. Arenas Blancas detrás de Estadio Federico Schwager
H. Frente de Sitrans	13,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	668011	5930133	Camino Industrias ,frente Sitrans
H. Redacamó	5,0	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	669024	5933572	Entrada Isla Rocuant
H.Vasco da Gama	93,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	671699	5926026	Detrás de Diario El Sur

H. Arteaga Alemparte	5,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	670983	5926006	Costado Av. Arteaga Alemparte
H. Vasco Nuñez de Gamboa	78,2	Palustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	672051	5928052	Carriel Norte hasta autopista

Tabla 4.9. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Estero Collen	1,8	Ribereño	Continental	Escorrentía	Tome	683475	5945020	Camino Collen a Rafel
H. Canal Ifarle	5,5	Ribereño	Continental	Escorrentía	Talcahuano	670993	5930442	Costado Av. Claudio Gay
H. Río Biobio	5.217,7	Ribereño	Continental	Escorrentía	Varias	674856	5909553	Desde Hualqui hasta Desembocadura
H.Río Andalién	166,3	Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	676076	5924770	Desde frente a palmares hasta H. Rocuant-Andalien
H. Tranque Tomé	1,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	Tome	684460	5944135	800 m al sur estero Collén, sector cerro
H. La Greda	10,1	Lacustre	Continental	Infiltración A	Penco	677038	5929060	Final Población La Greda Camino a Penco
H. Carriel Norte	33,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	671458	5929487	a través de Camino Carriel Norte Por Jaime

								Repullo
H. Los Patos	0,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	675161	5929487	Barrio Universitario, Universidad de Concepción.

La determinación en términos de valoración de los diferentes humedales, fue considerada a partir de la matriz de valoración de los servicios ecosistémicos y usos más relevantes descrita por Valdovinos, C (2006)⁷. Entre los 22 servicios más relevantes allí descritos, se obtuvo los indicadores en porcentaje de los servicios prestados por el humedal a la comunidad.

A continuación se presenta la tabla resumen con los resultados de la matriz de valoración para cada humedal. El detalle de de cada servicio por humedal se presenta en anexo 2.

⁷ **Valdovinos, C.** (2006). Humedales dulceacuícolas y biodiversidad. En: Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile. Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Tabla 4.10. Resumen de Matriz de valoración de servicios y uso de los humedales.

Humedales/Servicios Ecosistémicos y Usos de Los humedales	% de servicios ecosistémicos de un total de 22 más relevantes
H.Río Bio-Bío	95,5
H. Lenga	68,2
H. L.Grande S.Pedro	63,6
H. L.Chica S.Pedro	54,5
H.V. Nonguén	54,5
H. Andalién	45,5
H. Maule	45,5
H. Los Batros	40,9
H. Boca Sur	40,9
H. Rocuant-Andalién	36,4
H. La Posada	36,4
H. Laguna Quiñenco	36,4
H. Guñunhue	36,4
H.Vasco de Gama	36,4
H. Las Tres Pascualas	31,8
H. Lo Méndez	31,8
H.Laguna Redonda	31,8
H. Tucapel Bajo-Paicavi	31,8
H. Colcura.	31,8
H. Chivilingo	31,8
H. Desemb. Norte Río Biobío	31,8
H. Laguna Recamo	31,8
H. Los Patos	31,8
H. Lo Galindo	27,3
H. Cerro Chepe	27,3
H. Redacamo	27,3
H. Lomas coloradas	22,7
H. Junquillar	22,7
H. Portal San Pedro	22,7
H. Frente de Sitrans	22,7
H. Vasco Nuñez de Balboa	22,7
H. Estero Collen	22,7
H. Canal Ifarle	22,7
H. Coronel	18,2
H. Perales	18,2
H. Collao	18,2
H. Villa Dinahue	18,2
H. Huachicop	18,2
H. Laguna el Pley y Los Coltrabos	18,2
H. Arteaga Alemparte	18,2
H. La Greda	18,2
H. Lo Custodio	13,6
H.Laguna Verde	13,6
H. Huachipato	13,6
H. Laguna Macera (Diego Portales)	13,6
H. Camino a Penco	13,6
H. Costado cerro Chepe, Prat	13,6
H. 18 de Septiembre	13,6
H. Carriel Norte	13,6
H Laguna Price	9,1
H. Laguna Lo Pineda	9,1
H. Camino a Huachipato	9,1
H. San Andrés	9,1
H. Palomares	9,1
H. Cosmito	9,1
H. Cemento Biobío	9,1
H. Comaco	9,1
H. Entrada a Lota	9,1
H. Schwager	9,1
H. Tranque Tomé	9,1
H. Camino al peaje Chaimavida	4,5

Cada polígono creado es entregado como información magnética en formato KMZ y SHP adjunta.

En cuanto a su cartografía, esta es presentada en impresión adjunta al presente informe, en mapas tamaño carta, con grilla de coordenadas e información de la escala utilizada para su confección.

Al presente informe se adjunta CD con la siguiente Información:

1. Informe de Humedales (formato PDF)
2. Anexo 1 catastro Humedales(formato Excel)
3. Anexo 2 Valoración de humedales(matriz formato Excel)
4. Anexo 3 Amenaza de humedales (matriz formato Excel)
5. Humedales urbano(formato kmz para google earth)
6. Mapa Humedales Concepción (formato PDF)
7. Carpeta con Shapes de humedales (formato SHP)

Para el caso de las amenazas en base a los antecedentes reportados en el estudio realizado por el CEA⁸ en función de las clasificaciones realizadas por Ecotipos, se describen amenazas para cada uno de ellos. En este caso se tomó amenazas descritas en el estudio mencionado y se confeccionó una matriz de similares características a la anterior debido a que en algunos casos los grados de antropización de algunos humedales en particular no se describen para el ecotipo, por lo cual se definió en cada caso en particular las diferentes amenazas identificadas para humedales a nivel nacional⁹.

A modo de resumen se presentan los resultados en tabla 4.11 y los detalles de las 14 amenazas se presentan en anexo 3

⁸ Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A. 2005. "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" CEA, Estudio para CONAMA

⁹ Estudios realizados por la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (2005); MOP (2000) y Tabilo-Valdivieso (2004)

Tabla 4.11. Resumen de Matriz de amenazas para humedales urbanos.

Humedales/Amenazas más Frecuente de los humedales	% de Amenazas en Humedales de un total de 14 más relevantes
H. Cerro Chepe	78,6
H. Andalién	71,4
H. Tucapel Bajo-Paicaví	71,4
H. Boca Sur	71,4
H. Costado cerro Chepe, Prat	71,4
H. 18 de Septiembre	71,4
H. La Greda	71,4
H. Rocuant-Andalién	64,3
H. Maule	64,3
H. La Posada	64,3
H. Palomares	64,3
H. Cosmito	64,3
H. Collao	64,3
H. Laguna Macera (Diego Portales)	64,3
H. Schwager	64,3
H. Estero Collen	64,3
H. Canal Ifarle	64,3
H. L.Grande S.Pedro	57,1
H. Las Tres Pascualas	57,1
H Laguna Price	57,1
H. Laguna Quiñenco	57,1
H. Lomas coloradas	57,1
H. Los Batros	57,1
H. Colcura.	57,1
H. Chivilingo	57,1
H. San Andrés	57,1
H. Perales	57,1
H. Junquillar	57,1
H. Vasco Nuñez de Balboa	57,1
H.Río Bío-Bío	50,0
H. L.Chica S.Pedro	50,0
H. Lo Méndez	50,0
H. Lo Galindo	50,0
H. Guñunhue	50,0
H. Desemb. Norte Río Biobío	50,0
H. Portal San Pedro	50,0
H. Camino al peaje Chaimavida	50,0
H. Redacamo	50,0
H.Vasco de Gama	50,0
H. Arteaga Alemparte	50,0
H. Tranque Tomé	50,0
H.V. Nonguén	42,9
H.Laguna Redonda	42,9
H. Lo Custodio	42,9
H. Coronel	42,9
H. Huachipato	42,9
H. Cemento Biobío	42,9
H. Camino a Penco	42,9
H. Entrada a Lota	42,9
H. Frente de Sitrans	42,9
H. Carriel Norte	42,9
H. Los Patos	42,9
H. Lenga	35,7
H. Laguna Lo Pineda	35,7
H. Camino a Huachipato	35,7
H. Comaco	35,7
H. Laguna Recamo	28,6
H. Villa Dinahue	28,6
H. Huachicop	28,6
H.Laguna Verde	14,3
H. Laguna el Pley y Los Coltrabos	14,3

5. CONCLUSIÓN

Los humedales urbanos del Concepción metropolitano abarcan un área aproximada de 10.602 ha, registrando un total de 61 ecosistemas de este tipo en las diez comunas mencionadas. De la totalidad de esta superficie, cerca del 48% corresponde al gran Humedal del río Biobío,

La mayor cantidad de humedales urbanos del área de estudio se encuentran en 4 comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro de la Paz) teniendo un total de 47 humedales con un 77 % del Total.

En cuanto a su valoración por parte de la sociedad, el Humedal Río Biobío es quien presta mayores servicios ecosistémicos o quien tienen mayor uso (21 de los 22 propuestos) alcanzando niveles de 95,5 % de valoración, le sigue el humedal de Lenga con 68,2 % (15 servicios), Laguna Grande de San Pedro con 63,6 (14 servicios) y Laguna Chica de San Pedro con 54,4 % (12 servicios).

Dentro de los humedales menos valorados se encuentra el humedal camino peaje Chaimávida con 4,5 % de valoración(1 servicio), humedales laguna Price, Laguna Lo pineda, Camino a Huachipato, San Andrés, Palomares, Cosmito, Cementos Biobío, Comaco, Entrada a Lota, Schwager y tranque Tomé, todos con un 9,1% (2 servicios o usos).

Cabe mencionar que a todos los humedales existentes se les asignó el servicio de **“conservación de la biodiversidad acuática”**, debido a que es parte de la definición para determinar si un lugar es considerado como humedal o no.

Podemos mencionar además, que dentro de los servicios prestados por lo humedales, aparte del ya mencionado, el servicio de **“Diversidad paisajística y embellecimiento escénico”** es relevante ya que el 72,1 % de los humedales presta este servicio. Posteriormente le sigue **“Zona de localización de áreas urbanas ribereñas”** con el 57,4 % del total de 61 humedales que lo presenta.

Dentro de un análisis de los servicios descritos, el servicio menos prestado por todos los humedales de los 22 totales es **“Cuerpo Receptor de Efluentes**

domiciliarios (descargas tratadas)” el cual es prestado solamente por el río Biobío. Al encontrarse el servicio prestado por sólo un humedal esto representa que el servicio se ve representando un 1,6% del total de 61 humedales catastrados.

Con respecto a las amenazas sufridas por estos ecosistemas podemos mencionar que el humedal más amenazado corresponde al Humedal Cerro Chepe, el cual se encuentra con 78,6% con un total de 11 amenazas del total de 14. Posteriormente le siguen los Humedales de Andalién, Tucapel Bajo-Paicaví, Boca Sur, Costado Cerro Chepe/Prat, 18 de Septiembre y La Greda con un total de 71,4 % con un total de 10 amenazas.

Dentro de los humedales menos amenazados son los humedales de Laguna Verde y Laguna Play y Los Coltrabos con 14,3 % de las amenazas que equivalen a 2 de las 14 amenazas.

Por otro lado las amenazas con mayor recurrencia dentro de los 61 humedales corresponde a **“Excesivo crecimiento de las áreas urbana”** con un 77% de presencia. Esta amenaza está estrechamente ligada a la presión que sufren estos ecosistemas por parte del área de la construcción relleno de sus áreas e emplazamiento para permitir el desarrollo y construcción de viviendas.

Otra amenaza que es digna de considerar es **“Contaminación bacteriológica de las aguas superficiales”** la cual se encuentra presente en un 73 % de los humedales.

La amenaza menos recurrente corresponde a **“Contaminación de aguas superficiales por riles”** la que corresponde un 11,5 % de total de humedales.

Cabe destacar la situación del Humedal Andalién, el cual teniendo una valoración relativamente alta (45,5 % de los servicios) presenta un grado de amenaza aun más alto (71,4 %) lo cual debe dar un indicio e como jerarquizar los recursos a destinar para la conservación de estos ecosistemas considerando su valoración y grado de amenaza.

6. RECOMENDACIONES

El presente estudio se realizó en base al conocimiento empírico, sin embargo es recomendable realizar otros estudios que permitan tener certeza de los comportamientos de estos ecosistemas, a fin de poder evaluarlos con antecedentes más concretos, antecedentes como por ejemplo estudios físicoquímicos de la calidad de las aguas, estudio de sedimentos en cuanto a materia orgánica y Macroinvertebrados bentónicos, estudios de la composición florística y faunística presentes en cada humedal, etc, ya que el conocimiento existente se restringe sólo a unos pocos ubicados en la ciudad de Concepción y Talcahuano.

Por otro lado el presente estudio representa un pequeño aporte al conocimiento de los ecosistemas de humedales urbanos del gran Concepción, los cuales son recomendables mantener un sistema de monitoreos permanente a objeto de su conservación y por ende de la de la conservación de la biodiversidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **Araya, B. & Millie, G.** 2005. "Guía de Campo de las Aves de Chile". 406 págs. Novena Edición. Editorial Universitaria.
- **Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A.** 2005. "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" CEA, Estudio para CONAMA
- **Rodríguez, R. ; Dellarossa, V.** 1998. "Plantas Vasculares Acuáticas en la región del Biobío". 38 págs. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción Chile.
- **Valdovinos, C.** 2006. "Humedales dulceacuícolas y biodiversidad. En: Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile". Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- **Vergara, O.; Carrasco, P. ;Saavedra, M.F.; Ortiz J.C.** 2008. "Fauna del Humedal Tubul –Raqui, Provincia de Arauco, Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad. 72 págs. Primera edición. Editorial Diario El Sur.
- **Vila, I.; Veloso, A.; Schlatter, R.; Ramirez, C.** 2006. "Macrófitas y vertebrados de los sistemas Límnicos de Chile".188 págs. Editorial Universitaria.
- www.ceachile.cl/librohumedales.htm
- www.Humedalesantodomingo.cl/
- WWW.Ramsar.org
- www.sinia.cl



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel "Catastro Humedales Concepción1.xls"

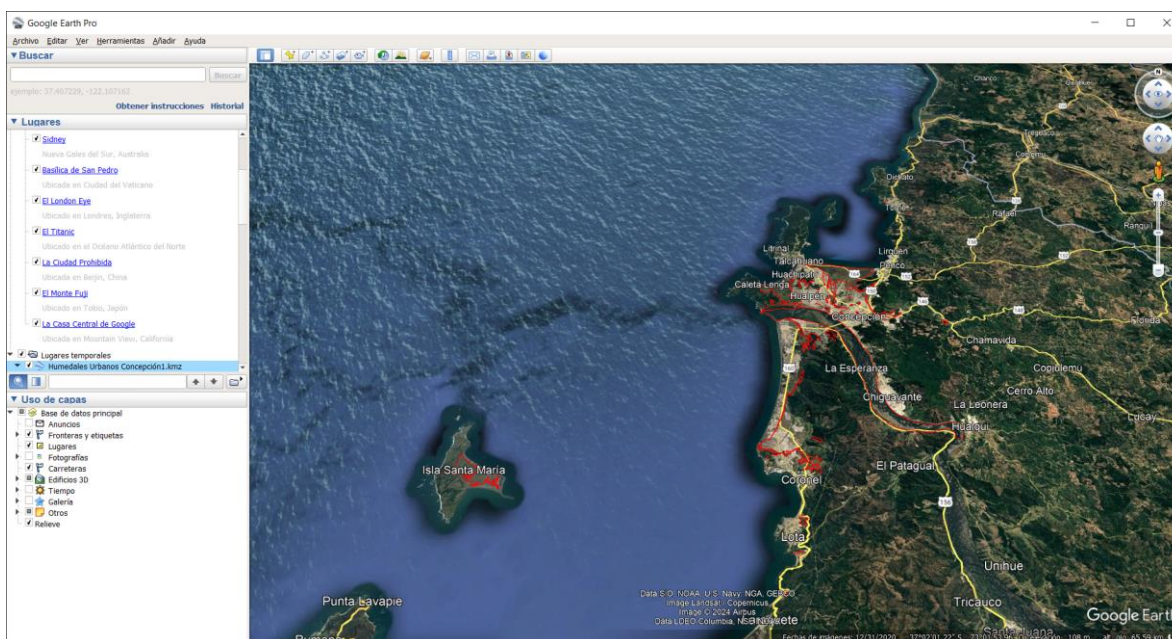
E65																		
	NOMBRE	SUPERFICIE CHA	TIPO I	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	PROVINCIA	HEREDERO	ESPE	RECTOR	OTRO	USO	PROPOSITO	Detalle localización				
4	H. Laguna Price	22.9	Lacustre	Continental	Escomentia	Hualpén	Concepción	Conama	679881	5924859	WGS84	10	SI	Costado Costanera Río Biobío después de Pte Juan Pablo I				
5	H. Laguna La Mendez	5.0	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	673281	5925512	WGS84	10	SI	Costado Alonso de Rivera frente de Santa Sabina				
6	H. Laguna Redonda	4.2	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	673233	5924173	WGS84	10	SI	Costado Av. 21 de Mayo, Lorenzo				
7	H. Laguna La Costado	0.5	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	674739	5924723	WGS84	10	SI	Costado Calle Lientur altura de Juan de Dios Rivera				
8	H. Tucapel Bajo-Paizal	42.2	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Conama	672497	5924983	WGS84	10	SI	Desde Av. Jorge Alessandri hasta Tucapel Bajo				
9	H. Laguna La Galindo	4.8	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	674735	5925587	WGS84	10	SI	Costado oriente Av. Alonso de Rivera a 300 m de Lientur				
10	H. Laguna La Pineda	31.2	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	684536	5922332	WGS84	10	SI	Ruta 148 Concep-Cabero Km 3.8 desde peaje Chamblén				
11	H. Laguna Tres Pascualas	6.3	Lacustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Conama	674331	5924117	WGS84	10	SI	Av. Páez altura de Manuel Rodríguez				
13	H. Coronel	134.3	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	Concepción	Conama	666711	5901531	WGS84	10	SI	by para Coronel- Lota altura de Cantanera				
14	H. La Posada	80.5	Lacustre	Continental	Escomentia	Coronel	Concepción	Conama	666718	5911722	WGS84	10	SI	Costado Cancha Golf Club de Campo La Posada				
15	H. Laguna Quilence	29.9	Lacustre	Continental	Escomentia	Coronel	Concepción	Conama	667566	5904771	WGS84	10	SI	1 Km desde Bv. Plaza bordeando Cerro por ruta Arenal O 830				
16	H. Lomas coloradas	24.4	Palustre	Continental	Escomentia	San Pedro de Concepción	Concepción	Conama	666799	5913979	WGS84	10	SI	1.5 Km al Sur este de Lomas Coloradas Estero Los Batos desde Laguna Grande				
17	H. Los Batos	68.4	Palustre	Continental	Escomentia	San Pedro de Concepción	Concepción	Conama	667864	5920127	WGS84	10	SI	hasta Puente Los Batos ruta 160				
18	H. Boca Sur	23.7	Palustre	Continental	Escomentia	San Pedro de Concepción	Concepción	Conama	666078	5923033	WGS84	10	SI	Desde Pte Los Batos + 160 hasta desembocadura de estero en Boca Sur				
19	H. Laguna Chica de San Pedro	82.4	Lacustre	Continental	Escomentia	San Pedro de Concepción	Concepción	Conama	678450	5920634	WGS84	10	SI	Av. Costanera San Pedro Viejo				
20	H. Laguna Grande de San Pedro	169.0	Lacustre	Continental	Escomentia	San Pedro de Concepción	Concepción	Conama	668620	5920284	WGS84	10	SI	Av. Las Encinas hasta Los Sauces Villa San Pedro				
23	H. Huachipato	42.1	Lacustre	Continental	Escomentia	Talcahuano	Concepción	Semanao 95.11	666624	5929651	WGS84	10	SI	Desde Costado Camino Lengua hasta interior de Huachipato				
24	H. Camino a Huachipato	23.7	Lacustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Semanao 95.11	667833	5929660	WGS84	10	SI	Av. Gran Estrella desde Av. Ramuncho hasta Av. Rocío				
25	H. Guflunhe	2.9	Palustre	Continental	Infiltración A	Hualpén	Concepción	Semanao 95.11	669795	5925784	WGS84	10	SI	Pasadizo C/ El Pájaro				
26	H. San Andrés	5.4	Palustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Semanao 95.11	673807	5926812	WGS84	10	SI	Costado Av. Ramón Carrasco Parque central				
27	H. Patomares	2.8	Palustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Semanao 95.11	673699	5923155	WGS84	10	SI	Av. General Boina Km 3.2				
28	H. Vargas de Nonguen	6.6	Palustre	Continental	Escomentia	Concepción	Concepción	Semanao 95.11	677568	5922781	WGS84	10	SI	los liras, hasta camino Nonguen bordeando estero				
29	H. Perales	3.9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Semanao 95.11	675925	5923347	WGS84	10	SI	Costado Ratonera Puente Perales				
30	H. Cosmote	2.1	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Semanao 95.11	676795	5928350	WGS84	10	SI	Costado camino a Penco				
														Costado Gral Boina Km 2 desde Collao hasta Perales				



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

KMZ “Humedales Urbanos Concepción1.kmz”





CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Región VIII” que contiene archivos en formato shape y en datos raster

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 hidrol.dbf	02-12-2004 14:41	Archivo DBF	617 KB
 hidrol.sbn	25-09-2002 19:16	Archivo SBN	41 KB
 hidrol.sbx	25-09-2002 19:16	Archivo SBX	4 KB
 hidrol.shp	25-09-2002 19:16	Archivo SHP	2.664 KB
 hidrol.shx	25-09-2002 19:16	Archivo SHX	29 KB
 p001r085_7p20000118_z18_nn80.aux	25-09-2008 19:38	Archivo AUX	22 KB
 p001r085_7p20000118_z18_nn80.rrd	25-09-2008 19:37	Archivo RRD	16.381 KB
 p001r085_7p20000118_z18_nn80.tif	22-12-2003 17:22	Archivo TIF	277.851 KB
 p001r086_7p20011222_z18_nn80.aux	25-09-2008 19:28	Archivo AUX	22 KB
 p001r086_7p20011222_z18_nn80.rrd	25-09-2008 19:24	Archivo RRD	17.554 KB
 p001r086_7p20011222_z18_nn80.tif	22-12-2003 17:22	Archivo TIF	282.055 KB
 p001r087_7p20000219_z18_nn80.aux	25-09-2008 19:36	Archivo AUX	21 KB
 p001r087_7p20000219_z18_nn80.rrd	25-09-2008 19:31	Archivo RRD	16.758 KB
 p001r087_7p20000219_z18_nn80.tif	22-12-2003 17:22	Archivo TIF	275.863 KB
 p232r085_7p20010207_z19_nn80.aux	25-09-2008 20:09	Archivo AUX	22 KB
 p232r085_7p20010207_z19_nn80.rrd	25-09-2008 19:39	Archivo RRD	18.144 KB
 p232r085_7p20010207_z19_nn80.tif	26-01-2003 7:33	Archivo TIF	264.523 KB
 p233r085_7p20010129_z19_nn80.aux	25-09-2008 20:12	Archivo AUX	22 KB
 p233r085_7p20010129_z19_nn80.rrd	25-09-2008 20:10	Archivo RRD	17.986 KB
 p233r085_7p20010129_z19_nn80.tif	22-12-2003 17:40	Archivo TIF	260.183 KB
 p233r086_7p20000127_z19_nn80.aux	25-09-2008 19:28	Archivo AUX	22 KB
 p233r086_7p20000127_z19_nn80.rrd	25-09-2008 19:24	Archivo RRD	17.894 KB
 p233r086_7p20000127_z19_nn80.tif	22-12-2003 17:40	Archivo TIF	254.837 KB



2008

Catastro de los humedales urbanos del área metropolitana de Concepción, Región del Biobío, como base para la planificación del manejo ecosistémico



CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	3
2.	Objetivos	2
	Objetivo General	2
	Objetivos Específicos	2
3.	METODOLOGIA	4
	A. Determinación de Humedales	4
	B. Áreas Calculadas de Poligonos de Humedales	5
	C. VALoración de los Humedales	5
	D. Amenazas de Los humedales	6
	E. Creación de Cartografía	6
4.	Resultados Obtenidos	7
5.	Conclusión	21
6.	REcomendaciones	23
7.	BiBliografía	24

1. INTRODUCCION

Los humedales han sido considerado uno de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000). Estos sistemas presentan diversas funciones, tales como el ciclaje de nutrientes, retención de los sedimentos, control de inundaciones, y proveen del hábitat para la vida silvestre. Muchas de estas funciones son importantes para los humanos, por lo tanto son valoradas como servicios ecosistémicos. A pesar de de la importancia de los servicios ecosistémicos, la incomprensión de su estructura y función , aún es escasa para valoración de la sociedad, quienes están llevando a un deterioro muy avanzado.¹

Las principales actividades antrópicas que amenazan estas funciones incluyen entre otras, la extracción de agua para usos mineros, la contaminación por vertido de residuos domiciliarios e industriales, y el drenaje para la agricultura. , Estas han hecho desaparecer los humedales progresivamente en todo el mundo.

En Chile, existe una necesidad de enfocar la protección de humedales de manera “concertada, adecuada y eficiente” (CONAMA, 2005). Al respecto, durante el año 2004, la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) publicó una estrategia destinada a la conservación de humedales. Uno de sus objetivos es “incrementar el conocimiento sobre los humedales”. Para lograr este objetivo, CONAMA decidió crear un sistema de clasificación para los humedales chilenos, de acuerdo a sus características funcionales y estructurales, como una manera de definir distintos ecotipos de humedales.

En la actualidad existen muchas definiciones acerca de un humedal. Sin embargo, la definición más aceptada a nivel mundial es la descrita por la convención internacional de Humedales RAMSAR (Irán, 1971). Para Ramsar los Humedales se definen como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal “.

¹ Sorensen H.1996. “Managing urban lakes:An Integrating experience”. Water Resources Development(12)4: 437-446

Para el presente proyecto, la definición de humedales adoptada es la definida en el estudio **Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica** encargado por CONAMA y desarrollado por el Centro de Ecología aplicada de la Universidad de Chile (CEA, 2005). En él se describen los humedales como “Ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”.²

La condición urbana de los Humedales ha sido determinada por los planes reguladores del territorio, los cuales pueden estar determinados por el Servicio de Vivienda y Urbanismo o planes reguladores comunales que dependen de cada municipio.

² Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A. 2005. “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” CEA, Estudio para CONAMA

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y evaluar los ecosistemas de *humedales urbanos*³ del área metropolitana de Concepción, como base para el diseño de estrategias de planificación para el manejo, estableciendo criterios para la protección y conservación de estos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Catastrar los humedales urbanos del área de estudio. Esto a través de tecnología SIG y conocimiento en terreno.
- b) Identificar para los humedales urbanos del área de estudio, indicadores de valoración (económicos, sociales y ambientales⁴), como insumos para la definición de criterios de priorización (según **Valdovinos, C.** 2006). *“Humedales dulceacuícolas y biodiversidad”*. En: *Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile*. Editores: J.

³ Se asume para el presente estudio la siguiente definición de humedales como “ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”, para aquellos humedales marino - costeros se debe considerar adicionalmente, la definición RAMSAR: “...las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”. Lo de *urbano* estará definido por los límites urbanos de los planos reguladores comunales vigentes.

⁴ evaluar para ello propuesta preliminar de la Sociedad Chilena de Limnología, referida a priorización de humedales del país, SCL – Comité Nacional de Humedales, 2008, en revisión.

Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile).

- c) Evaluar de acuerdo a grado de antropización, la condición actual de los humedales urbanos (de acuerdo a Estudio Protección y manejo de humedales integrados a la cuenca hidrográfica, CONAMA-CEA–2007, ya citado).
- d) Jerarquizar las amenazas en los humedales urbanos del área de estudio, como instrumento para definir estrategias de manejo y planificación.

3. METODOLOGIA

A. DETERMINACIÓN DE HUMEDALES

La determinación de los humedales de la región Metropolitana de Concepción, ha sido elaborado a partir de un listado base de humedales proporcionados por CONAMA VIII región. Esta información proviene principalmente del seminario de humedales efectuado el 5 de Noviembre del 2007, organizado por CONAMA, donde fueron reconocidos y descritos los humedales de interés para Concepción Metropolitana para el conocimiento del público en general. Adicionalmente, esta información fue complementada con fotografía satelital y visitas a terreno. Los integrantes a dicho taller describieron humedales conocidos por ellos, de cuya información se filtró aquellos descritos en el área de interés que corresponde al Concepción Metropolitano⁵, lo cual se complementó con información detectada a través de fotos de satélites y verificación en terreno.

Cada humedal fue delimitado en fotografías satelitales, con un "polígono a través de la georeferenciación de distintos puntos utilizados para la confección del mismo. El criterio de demarcación del Polígono no fue sólo la presencia de espejo de agua, sino también de la vegetación típica circundante del espejo de agua definida para humedales, como los es la vegetación compuesta principalmente por especies de plantas hidrófitas como Ciperaceas (*Scirpus californicus*), Juncaceas (*Juncus* sp) y otras como *Typha* sp, y *Spartina densiflora*.

La presencia del humedal detectado en la fotografía satelital en la mayoría de los casos fue corroborado en terreno, corrigiendo en el caso necesario el polígono trazado. Esta situación se observa en su mayoría cuando el humedal ha sufrido reducción de área, principalmente debido a rellenos de empresas inmobiliarias.

⁵ Corresponde A 10 comunas de la provincia de Concepción, que son Lota, Coronel, San Pedro de La Paz, Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Hualqui, Penco y Tomé

La determinación y generación de polígonos georeferenciados a través de fotografía satelital fue realizada con el software Google Earth. Las ventajas de este software es su carácter universal, fácil acceso y de interfaz amigable. Además posee fotografías relativamente actualizadas (2006) y los datos resultan fáciles de exportar a otros software de tipo SIG

Para cada polígono se dispuso de un sistema de información (tipo shapefile) con antecedentes del humedal estudiado, como área, Ecotipo, Coordenadas UTM y otros antecedentes los cuales son desplegados automáticamente al momento de pinchar con el mouse el nombre del humedal.

Además se entrega un archivo en formato Excel con información detallada de cada humedal (e.g.. ecotipo, coordenadas, ubicación, etc.)

B. ÁREAS CALCULADAS DE POLIGONOS DE HUMEDALES

El área de los humedales detectados a través de fotografía satelital fue calculado en hectáreas a partir de los polígonos generados en Google Earth desplegados en el software Arc View 3.1. Para este cálculo se transformaron los polígonos (vectores de coordenadas) a formato Shapefile para ser importados a dicho software. Este formato igualmente será utilizado en la confección de las cartas impresas de cada humedal.

C. VALORACIÓN DE LOS HUMEDALES

Para la valoración de los humedales por parte de la comunidad se siguió la matriz propuesta por Valdovinos C. (2006)⁶, donde se describen 22 servicios o usos de los humedales. Así con igual valoración para cada uno de los servicios se determinó la

⁶ “Humedales dulceacuícolas y biodiversidad”. En: *Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile*. Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile).

presencia o no del servicio por cada humedal en virtud de visitas de campo efectuada a los humedales y en base a literatura descrita para el lugar.

D. AMENAZAS DE LOS HUMEDALES

La determinación de las amenazas se realizó en base a las amenazas descritas en el estudio realizado por el Centro de Ecología Aplicada CEA, de acuerdo a las descritas para cada Ecotipo. Sin embargo, como estas amenazas se encuentran en forma general para los diferentes Ecotipos, se realizó un ajuste en base a la generación de una matriz, donde el eje horizontal considera las amenazas y el eje vertical los humedales. Cada amenaza fue valorada de la misma forma, no existiendo amenazas más importantes que otra. Así, se describieron 14 amenazas para los distintos humedales, en base a visitas de campo e información de literatura.

E. CREACIÓN DE CARTOGRAFÍA

La cartografía de cada humedal se obtuvo a través de la conversión de archivos kml de polígonos creados en Google earth para cada humedal en archivos de tipo shape (shp) , a través del programa Arc View 3.1. Con este software además se crearon layout para cada shape los que posteriormente se grillaron con las coordenadas para finalmente exportarlos a formato pdf.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

A la fecha en Concepción Metropolitano se han identificado, y evaluado 61 humedales como unidad. Muchos de estos humedales han sido difíciles de delimitar, ya que formaron originalmente ecosistemas continuos que han sido separados físicamente ya sea por construcciones de terraplenes, rellenos inmobiliarios, etc. Por esta razón, se ha incluido en el archivo Excel un campo que identifique las relaciones ecosistémica para cada humedal.

La georeferenciación de los humedales fue realizada en coordenadas UTM en base Datum WGS84 con huso 18.

La cartografía descrita para cada humedal, está expresada en unidades métricas negativas desde el cero ubicado en la línea del Ecuador, y decrecientes en plano cartesiano del hemisferio Sur.

Los humedales aquí registrados, abarcan aproximadamente un total de 10.602 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 49,2 % corresponde a el gran humedal de Concepción del río Biobío.

Otros humedales de importancia en cuanto a superficie lo representa el humedal de Rocuant-Andalién con un 16,8 %, el humedal de Lenga con 8,6 % y el Sector de La Laguna Pley y Los Coltrabos de la Isla Santa María con un 7,2 %.

En las siguientes tablas 4.1 se describen los humedales registrados, junto a sus características más relevante.

Tabla 4.1. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Rocuant-Andalién	1.776,6	Estuario intermareal marisma y humedal ribereño permanente	Costero	Intrusión salina	Talcahuano, Concepción y Penco	672237	5932299	Carretera Interportuaria Penco-Thno.
H. Lenga	909,0	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusión salina	Hualpén	663224	5929104	Caleta Lenga
H. Laguna Price	22,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	670881	5924859	Costado Costanera Río Biobío después de Pte.Juan Pablo II
H. Laguna Lo Mendez	5,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	673281	5925512	Costado Alonso de Rivera frente de Santa Sabina
H. Laguna Redonda	4,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	672333	5924173	Costado Av. 21 de Mayo, Lorenzo Arenas
H. Laguna Lo Custodio	0,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674739	5924723	Costado Calle Lientur altura de Juan de Dios Rivera

Tabla 4.2 Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Tucapel Bajo-Paicaví	42,2	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672497	5924983	Desde Av. Jorge Alessandri hasta Tucapel Bajo
H. Laguna Lo Galindo	4,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674735	5925587	Costado oriente Av. Alonso de Rivera a 300 m de Lientur
H. Laguna Lo Pineda	31,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	684538	5922332	Ruta 148 Concep.- Cabrero Km 3,8 desde peaje Chaimávida
H. Laguna Tres Pascualas	8,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	674331	5924117	Av. Paicaví altura de Manuel Rodríguez
H. Sector Maule	162,5	Palustre Ribereño	Costero	Intrusion salina	Coronel	661595	5903648	Desembocadura Estero Maule hasta Av. Juan Antonio Ríos
H. Coronel	134,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	666711	5901531	by pass Coronel- Lota Altura de Cantarrana

Tabla 4.3. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. La Posada	88,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	665718	5911722	Costado Cancha Golf Club de Campo La Posada
H. Laguna Quiñenco	29,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	667566	5904771	1 Km desde By Pass bordeando Cerro por ruta forestal O 830
H. Lomas coloradas	24,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	666799	5913978	1,5 Km al Sur este de Lomas Coloradas
H. Los Batros	68,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	667864	5920127	Estero Los Batros desde Laguna Grande hasta Puente Los Batros ruta 160
H. Boca Sur	23,7	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	666078	5923033	Desde Pte Los Batros r 160 hasta desembocadura de estero en Boca Sur
H. Laguna Chica	82,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	670400	5920634	Av. Constanera San Pedro Viejo

Tabla 4.4. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Laguna Grande de San Pedro	169,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	668620	5920204	Av. Las Encinas hasta Los Sauces Villa San Pedro
H. Colcura.	3,5	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusion salina	Lota	664073	5891622	Desde fin calle Balmaceda hasta Desembocadura de estero en Marihueño con Balmaceda
H. Chivilingo	4,1	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusion salina	Lota	662581	5887731	Desembocadura Estero Chivilingo
H. Huachipato	42,1	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	666624	5929651	Desde Costado Camino Lenga hasta interior de Huachipato
H. Camino a Huachipato	23,7	Lacustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	667833	5929660	Av. Gran Bretaña desde Av. Ramuntcho hasta Av. Rocoto
H. Guñunhue	2,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Hualpén	669708	5925784	Postdam Esq Pilpilco

Tabla 4.5 Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. San Andrés	5,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	673807	5926812	Costado Av. Ramón Carrasco Parque central
H. Palomares	2,8	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	678699	5923155	Av. General Bonilla Km 3,2
H. Vegas de Nonguén	6,6	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	677568	5922701	los lirios, hasta camino Nonguen bordeando estero
H. Perales	3,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	671025	5929347	Costado Rotonda Puente Perales
H. Cosmito	2,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	676795	5928350	costado cerro Parque Sendero, Sector Cosmito camino a Penco
H. Collao	1,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	677616	5923306	Costado Gral Bonilla Km 2 desde Collao hasta Andalién

Tabla 4.6 . Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Desembocadura Norte Rio Biobío	310,0	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Hualpén	665858	5925424	Sector desembocadura Norte Rio Biobío
H. Cemento Biobío	4,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	667697	5930932	Frente Rotonda Huachipato, detrás de Inchalam
H. Comaco	45,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	668707	5929627	Frente a empresa Comaco
H. Laguna Macera	2,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	670101	5928383	Pob. Diego Portales
H. Laguna Recamo	3,4	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	669007	5933295	Entrada isla Rocuant
H. Laguna Verde	14,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	664259	5926235	Santuario Hualpén
H. Camino a Penco	2,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	676977	5927941	Camino Penco Km 4 desde Rotonda Bonilla
H. Cerro Chepe	0,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672546	5923137	Orilla Cerro Chepe Costado Andrés Lamas
H. Villa Dinahue	4,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	669323	5929921	Rio Mapocho, calle Lago Ranco

Tabla 4.7. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Huachicop	1,0	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	669721	5930030	Costado Calle Santa Claudia, frente pasaje San Lucas
H. Entrada a Lota	51,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Lota	665084	5894988	Noroeste a la entrada Lota. Frente fin Playa Blanca
H. Junquillar	57,0	Palustre	Continental	Infiltración A	San Pedro de la Paz	667304	5918099	Entre san Pedro y Coronel
H. Portal San Pedro	1,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	667953	5920803	Pob. Portal de San Pedro
H. Costado cerro Chepe, Prat	11,5	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	672554	5923640	Costado Prat, hacia el sur de Lag. Redonda
H. Huachicop	1,0	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	669721	5930030	Costado Calle Santa Claudia, frente pasaje San Lucas
H. 18 de Septiembre	2,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Tomé	681508	5946882	Tomé alto, Camino Cocholgue por C. Werner

Tabla 4.8. Catastro Humedales Concepción Metropolitano

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Camino al peaje Chaimavida	6,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	679398	5923657	Av. General Bonilla Km 4 dese rotonda
H. Laguna el Pley y laguna Los Coltrabos	760,1	Lacustre	Costero	Intrusión salina	Coronel	631456	5901775	Isla Santa María
H. Schwager	1,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	662233	5902511	Costado Av. Arenas Blancas detrás de Estadio Federico Schwager
H. Frente de Sitrans	13,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	668011	5930133	Camino Industrias ,frente Sitrans
H. Redacamo	5,0	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	669024	5933572	Entrada Isla Rocuant
H.Vasco da Gama	93,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	671699	5926026	Detrás de Diario El Sur
H. Arteaga Alemparte	5,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	670983	5926006	Costado Av. Arteaga Alemparte
H. Vasco Nuñez de Gamboa	78,2	Palustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	672051	5928052	Carriel Norte hasta autopista

Tabla 4.9. Catastro Humedales Concepción Metropolitano 2008

NOMBRE	(Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	Este	Norte	Detalle localización
H. Estero Collen	1,8	Ribereño	Continental	Escorrentía	Tome	683475	5945020	Camino Collen a Rafel
H. Canal Ifarle	5,5	Ribereño	Continental	Escorrentía	Talcahuano	670993	5930442	Costado Av. Claudio Gay
H. Río Biobio	5.217,7	Ribereño	Continental	Escorrentía	Varias	674856	5909553	Desde Hualqui hasta Desembocadura
H.Río Andalién	166,3	Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	676076	5924770	Desde frente a palmares hasta H. Rocuant-Andalien
H. Tranque Tomé	1,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	Tome	684460	5944135	800 m al sur estero Collén,sector cerro
H. La Greda	10,1	Lacustre	Continental	Infiltración A	Penco	677038	5929060	Final Población La Greda Camino a Penco
H. Carriel Norte	33,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	671458	5929487	a través de Camino Carriel Norte Por Jaime Repullo
H. Los Patos	0,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	675161	5929487	Barrio Universitario, Universidad de Concepción.

La determinación en términos de valoración de los diferentes humedales, fue considerada a partir de la matriz de valoración de los servicios ecosistémicos y usos más relevantes descrita por Valdovinos, C (2006)⁷. Entre los 22 servicios más relevantes allí descritos, se obtuvo los indicadores en porcentaje de los servicios prestados por el humedal a la comunidad.

A continuación se presenta la tabla resumen con los resultados de la matriz de valoración para cada humedal. El detalle de de cada servicio por humedal se presenta en anexo 2.

⁷ **Valdovinos, C.** (2006). Humedales dulceacuícolas y biodiversidad. En: Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile. Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Tabla 4.10. Resumen de Matriz de valoración de servicios y uso de los humedales.

Humedales/Servicios Ecosistémicos y Usos de Los humedales	% de servicios ecosistémicos de un total de 22 más relevantes
H.Río Bio-Bío	95,5
H. Lenga	68,2
H. L.Grande S.Pedro	63,6
H. L.Chica S.Pedro	54,5
H.V. Nonguén	54,5
H. Andalién	45,5
H. Maule	45,5
H. Los Batros	40,9
H. Boca Sur	40,9
H. Rocuant-Andalién	36,4
H. La Posada	36,4
H. Laguna Quiñenco	36,4
H. Guñunhue	36,4
H.Vasco de Gama	36,4
H. Las Tres Pascualas	31,8
H. Lo Méndez	31,8
H.Laguna Redonda	31,8
H. Tucapel Bajo-Paicaví	31,8
H. Colcura.	31,8
H. Chivilingo	31,8
H. Desemb. Norte Río Biobío	31,8
H. Laguna Recamo	31,8
H. Los Patos	31,8
H. Lo Galindo	27,3
H. Cerro Chepe	27,3
H. Redacamo	27,3
H. Lomas coloradas	22,7
H. Junquillar	22,7
H. Portal San Pedro	22,7
H. Frente de Sitrans	22,7
H. Vasco Nuñez de Balboa	22,7
H. Estero Collen	22,7
H. Canal Ifarle	22,7
H. Coronel	18,2
H. Perales	18,2
H. Collao	18,2
H. Villa Dinahue	18,2
H. Huachicop	18,2
H. Laguna el Pley y Los Coltrabos	18,2
H. Arteaga Alemparte	18,2
H. La Greda	18,2
H. Lo Custodio	13,6
H.Laguna Verde	13,6
H. Huachipato	13,6
H. Laguna Macera (Diego Portales)	13,6
H. Camino a Penco	13,6
H. Costado cerro Chepe, Prat	13,6
H. 18 de Septiembre	13,6
H. Carriel Norte	13,6
H Laguna Price	9,1
H. Laguna Lo Pineda	9,1
H. Camino a Huachipato	9,1
H. San Andrés	9,1
H. Palomares	9,1
H. Cosmito	9,1
H. Cemento Biobío	9,1
H. Comaco	9,1
H. Entrada a Lota	9,1
H. Schwager	9,1
H. Tranque Tomé	9,1
H. Camino al peaje Chaimavida	4,5

Cada polígono creado es entregado como información magnética en formato KMZ y SHP adjunta.

En cuanto a su cartografía, esta es presentada en impresión adjunta al presente informe, en mapas tamaño carta, con grilla de coordenadas e información de la escala utilizada para su confección.

Al presente informe se adjunta CD con la siguiente Información:

1. Informe de Humedales (formato PDF)
2. Anexo 1 catastro Humedales(formato Excel)
3. Anexo 2 Valoración de humedales(matriz formato Excel)
4. Anexo 3 Amenaza de humedales (matriz formato Excel)
5. Humedales urbano(formato kmz para google earth)
6. Mapa Humedales Concepción (formato PDF)
7. Carpeta con Shapes de humedales (formato SHP)

Para el caso de las amenazas en base a los antecedentes reportados en el estudio realizado por el CEA⁸ en función de las clasificaciones realizadas por Ecotipos, se describen amenazas para cada uno de ellos. En este caso se tomó amenazas descritas en el estudio mencionado y se confeccionó una matriz de similares características a la anterior debido a que en algunos casos los grados de antropización de algunos humedales en particular no se describen para el ecotipo, por lo cual se definió en cada caso en particular las diferentes amenazas identificadas para humedales a nivel nacional⁹.

A modo de resumen se presentan los resultados en tabla 4.11 y los detalles de las 14 amenazas se presentan en anexo 3

⁸ Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A. 2005. "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" CEA, Estudio para CONAMA

⁹ Estudios realizados por la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (2005); MOP (2000) y Tabilo-Valdivieso (2004)

Tabla 4.11. Resumen de Matriz de amenazas para humedales urbanos.

Humedales/Amenazas más Frecuente de los humedales	% de Amenazas en Humedales de un total de 14 más relevantes
H. Cerro Chepe	78,6
H. Andalién	71,4
H. Tucapel Bajo-Paicaví	71,4
H. Boca Sur	71,4
H. Costado cerro Chepe, Prat	71,4
H. 18 de Septiembre	71,4
H. La Greda	71,4
H. Rocuant-Andalién	64,3
H. Maule	64,3
H. La Posada	64,3
H. Palomares	64,3
H. Cosmito	64,3
H. Collao	64,3
H. Laguna Macera (Diego Portales)	64,3
H. Schwager	64,3
H. Estero Collen	64,3
H. Canal Ifarle	64,3
H. L.Grande S.Pedro	57,1
H. Las Tres Pascualas	57,1
H Laguna Price	57,1
H. Laguna Quiñenco	57,1
H. Lomas coloradas	57,1
H. Los Batros	57,1
H. Colcura.	57,1
H. Chivilingo	57,1
H. San Andrés	57,1
H. Perales	57,1
H. Junquillar	57,1
H. Vasco Nuñez de Balboa	57,1
H.Río Bío-Bío	50,0
H. L.Chica S.Pedro	50,0
H. Lo Méndez	50,0
H. Lo Galindo	50,0
H. Guñunhue	50,0
H. Desemb. Norte Río Biobío	50,0
H. Portal San Pedro	50,0
H. Camino al peaje Chaimavida	50,0
H. Redacamo	50,0
H.Vasco de Gama	50,0
H. Arteaga Alemparte	50,0
H. Tranque Tomé	50,0
H.V. Nonguén	42,9
H.Laguna Redonda	42,9
H. Lo Custodio	42,9
H. Coronel	42,9
H. Huachipato	42,9
H. Cemento Biobío	42,9
H. Camino a Penco	42,9
H. Entrada a Lota	42,9
H. Frente de Sitrans	42,9
H. Carriel Norte	42,9
H. Los Patos	42,9
H. Lenga	35,7
H. Laguna Lo Pineda	35,7
H. Camino a Huachipato	35,7
H. Comaco	35,7
H. Laguna Recamo	28,6
H. Villa Dinahue	28,6
H. Huachicop	28,6
H.Laguna Verde	14,3
H. Laguna el Pley y Los Coltrabos	14,3

5. CONCLUSIÓN

Los humedales urbanos del Concepción metropolitano abarcan un área aproximada de 10.602 ha, registrando un total de 61 ecosistemas de este tipo en las diez comunas mencionadas. De la totalidad de esta superficie, cerca del 48% corresponde al gran Humedal del río Biobío,

La mayor cantidad de humedales urbanos del área de estudio se encuentran en 4 comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro de la Paz) teniendo un total de 47 humedales con un 77 % del Total.

En cuanto a su valoración por parte de la sociedad, el Humedal Río Biobío es quien presta mayores servicios ecosistémicos o quien tienen mayor uso (21 de los 22 propuestos) alcanzando niveles de 95,5 % de valoración, le sigue el humedal de Lenga con 68,2 % (15 servicios), Laguna Grande de San Pedro con 63,6 (14 servicios) y Laguna Chica de San Pedro con 54,4 % (12 servicios).

Dentro de los humedales menos valorados se encuentra el humedal camino peaje Chaimávida con 4,5 % de valoración(1 servicio), humedales laguna Price, Laguna Lo pineda, Camino a Huachipato, San Andrés, Palomares, Cosmito, Cementos Biobío, Comaco, Entrada a Lota, Schwager y tranque Tomé, todos con un 9,1% (2 servicios o usos).

Cabe mencionar que a todos los humedales existentes se les asignó el servicio de “**conservación de la biodiversidad acuática**”, debido a que es parte de la definición para determinar si un lugar es considerado como humedal o no.

Podemos mencionar además, que dentro de los servicios prestados por lo humedales, aparte del ya mencionado, el servicio de “**Diversidad paisajística y embellecimiento escénico**” es relevante ya que el 72,1 % de los humedales presta este servicio. Posteriormente le sigue “**Zona de localización de áreas urbanas ribereñas**” con el 57,4 % del total de 61 humedales que lo presenta.

El servicio menos prestado por los humedales es “**Cuerpo Receptor de Efluentes domiciliarios (descargas tratadas)**” el cual es prestado solamente por el río Biobío representando un 1,6% del total de los humedales.

Con respecto a las amenazas sufridas por estos ecosistemas podemos mencionar que el humedal más amenazado corresponde al Humedal Cerro Chepe, el cual se encuentra con 78,6% con un total de 11 amenazas del total de 14. Posteriormente le siguen los Humedales de Andalién, Tucapel Bajo-Paicaví, Boca Sur, Costado Cerro Chepe/Prat, 18 de Septiembre y La Greda con un total de 71,4 % con un total de 10 amenazas.

Dentro de los humedales menos amenazados son los humedales de Laguna Verde y Laguna Play y Los Coltrabos con 14,3 % de las amenazas que equivalen a 2 de las 14 amenazas.

Por otro lado las amenazas con mayor recurrencia dentro de los 61 humedales corresponde a “**Excesivo crecimiento de las áreas urbana**” con un 77% de presencia. Esta amenaza está estrechamente ligada a la presión que sufren estos ecosistemas por parte del área de la construcción rellenando sus áreas e emplazamiento para permitir el desarrollo y construcción de viviendas.

Otra amenaza que es digna de considerar es “**Contaminación bacteriológica de las aguas superficiales**” la cual se encuentra presente en un 73 % de los humedales.

La amenaza menos recurrente corresponde a “**Contaminación de aguas superficiales por riles**” la que corresponde un 11,5 % de total de humedales.

Cabe destacar la situación del Humedal Andalién, el cual teniendo una valoración relativamente alta (45,5 % de los servicios) presenta un grado de amenaza aun más alto (71,4 %) lo cual debe dar un indicio e como jerarquizar los recursos a destinar para la conservación de estos ecosistemas considerando su valoración y grado de amenaza.

6. RECOMENDACIONES

El presente estudio se realizó en base al conocimiento empírico, sin embargo es recomendable realizar otros estudios que permitan tener certeza de los comportamientos de estos ecosistemas, a fin de poder evaluarlos con antecedentes más concretos, antecedentes como por ejemplo estudios fisicoquímicos de la calidad de las aguas, estudio de sedimentos en cuanto a materia orgánica y Macroinvertebrados bentónicos, estudios de la composición florística y faunística presentes en cada humedal, etc, ya que el conocimiento existente se restringe sólo a unos pocos ubicados en la ciudad de Concepción y Talcahuano.

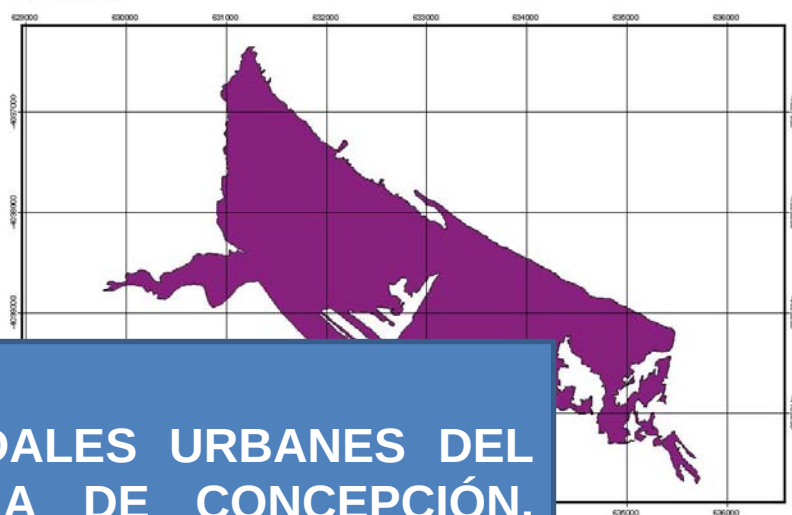
Por otro lado el presente estudio representa un pequeño aporte al conocimiento de los ecosistemas de humedales urbanos del gran Concepción, los cuales son recomendables mantener un sistema de monitoreos permanente a objeto de su conservación y por ende de la de la conservación de la biodiversidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

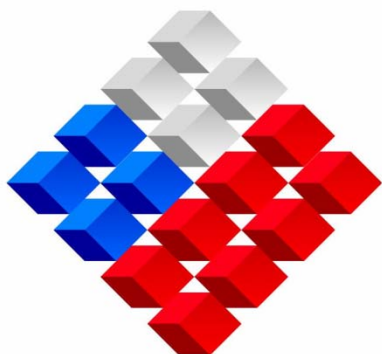
- **Araya, B. & Millie, G.** 2005. "Guía de Campo de las Aves de Chile". 406 págs. Novena Edición. Editorial Universitaria.
- **Contreras, M.; Palacios, P; Oyola, N. Figueroa, A.** 2005. "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" CEA, Estudio para CONAMA
- **Rodríguez, R. ; Dellarossa, V.** 1998. "Plantas Vasculares Acuáticas en la región del Biobío". 38 págs. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción Chile.
- **Valdovinos, C.** 2006. "Humedales dulceacuícolas y biodiversidad. En: Atlas social y ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Chile". Editores: J. Rojas, G. Azócar, M.D. Muñoz, C. Vega, A. Kindler & S. Kabisch, pp. 104-124. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- **Vergara, O.; Carrasco, P. ;Saavedra, M.F.; Ortiz J.C.** 2008. "Fauna del Humedal Tubul –Raqui, Provincia de Arauco, Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad. 72 págs. Primera edición. Editorial Diario El Sur.
- **Vila, I.; Veloso, A.; Schlatter, R.; Ramirez, C.** 2006. "Macrófitas y vertebrados de los sistemas Límnicos de Chile".188 págs. Editorial Universitaria.
- www.ceachile.cl/librohumedales.htm
- www.Humedalesantodomingo.cl/
- WWW.Ramsar.org
- www.sinia.cl

2008

Humedal Laguna el Play y los Coltrabos
Escala 1:30000

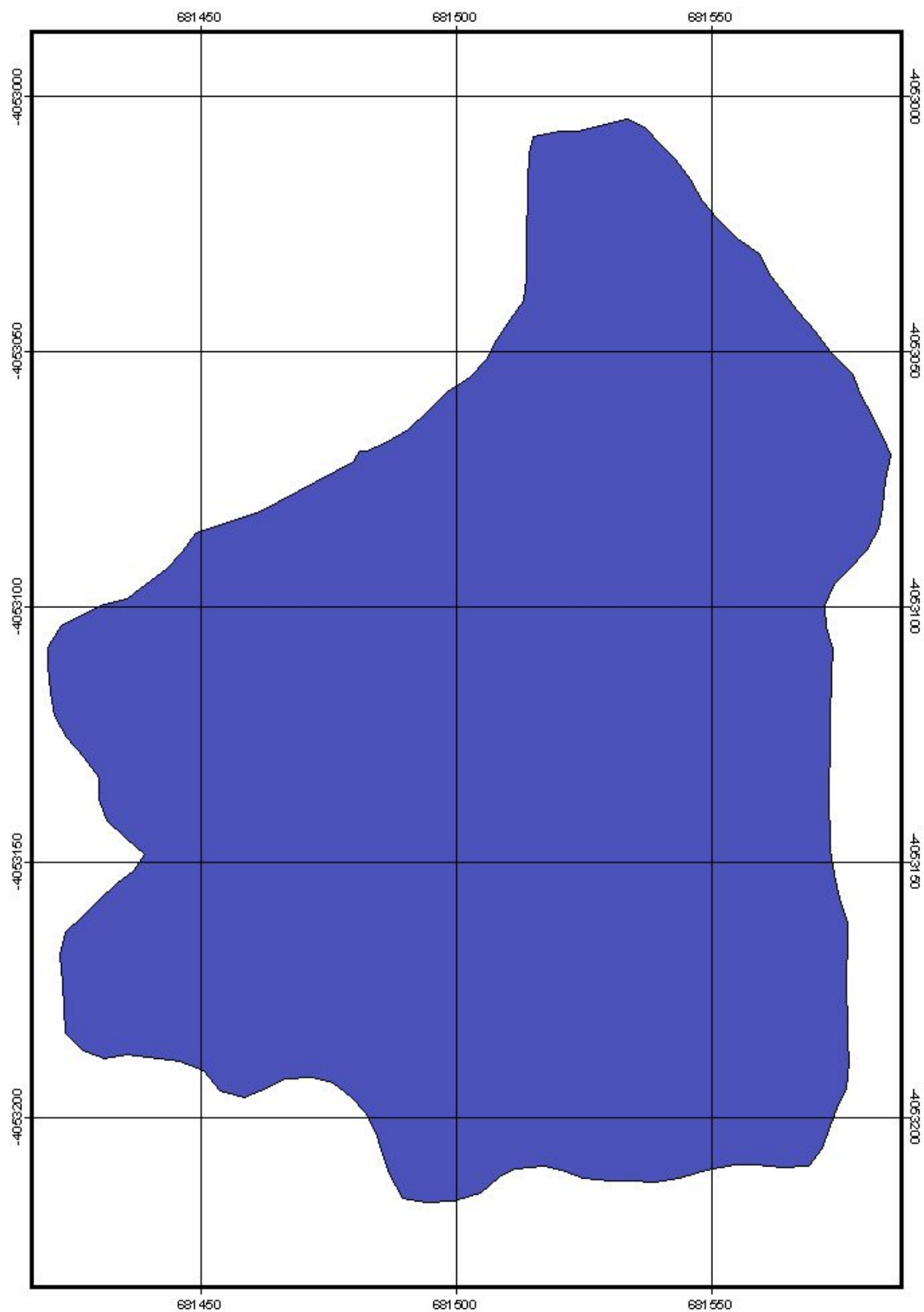


**CATASTRO DE HUMEDALES URBANES DEL
ÁREA METROPOLITANA DE CONCEPCIÓN,
REGION DEL BIO BIO, COMO BASE DE LA
PLANIFICACIÓN DEL MANEJO ECOSISTEMICO**

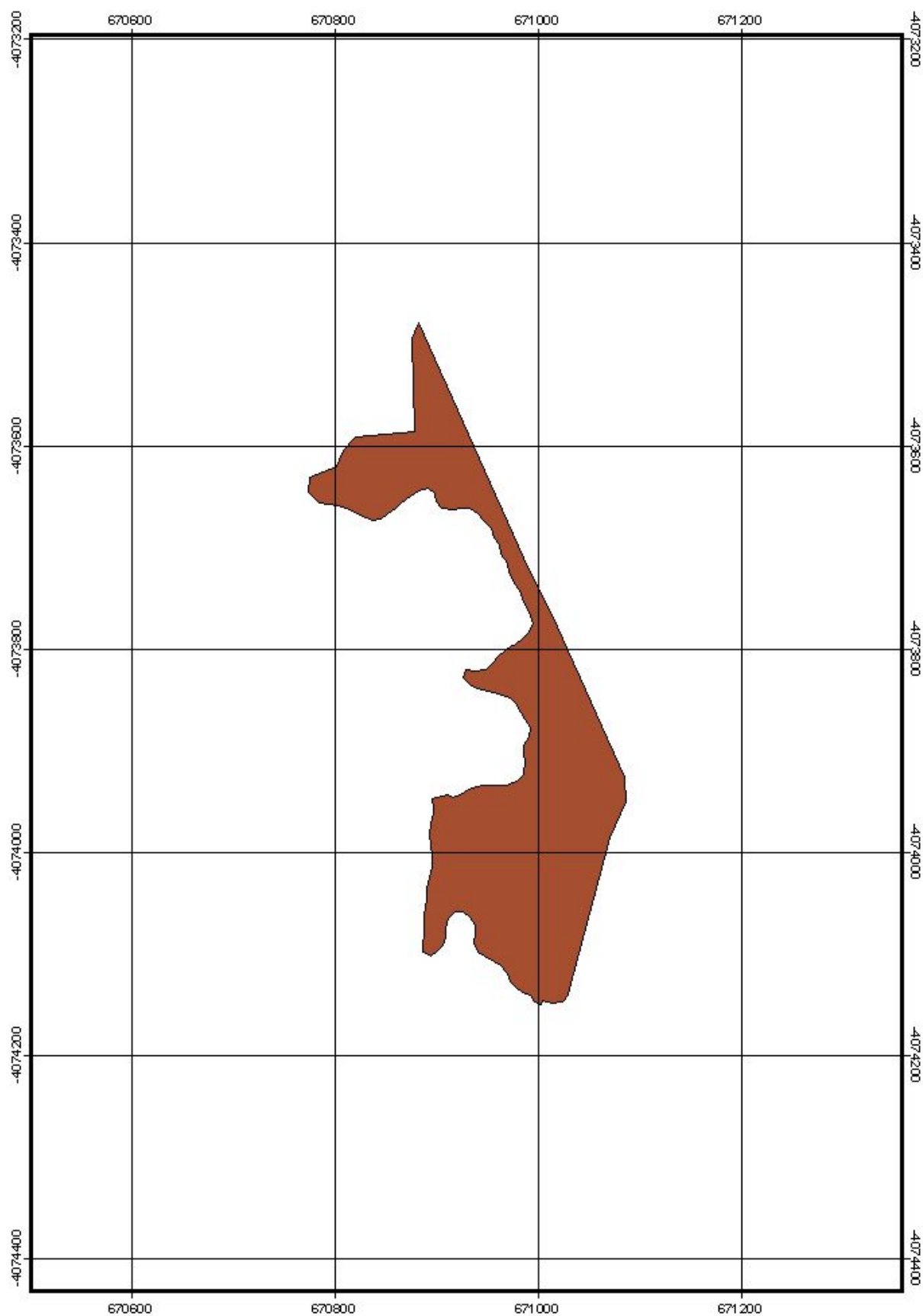


**GOBIERNO DE CHILE
CONAMA**

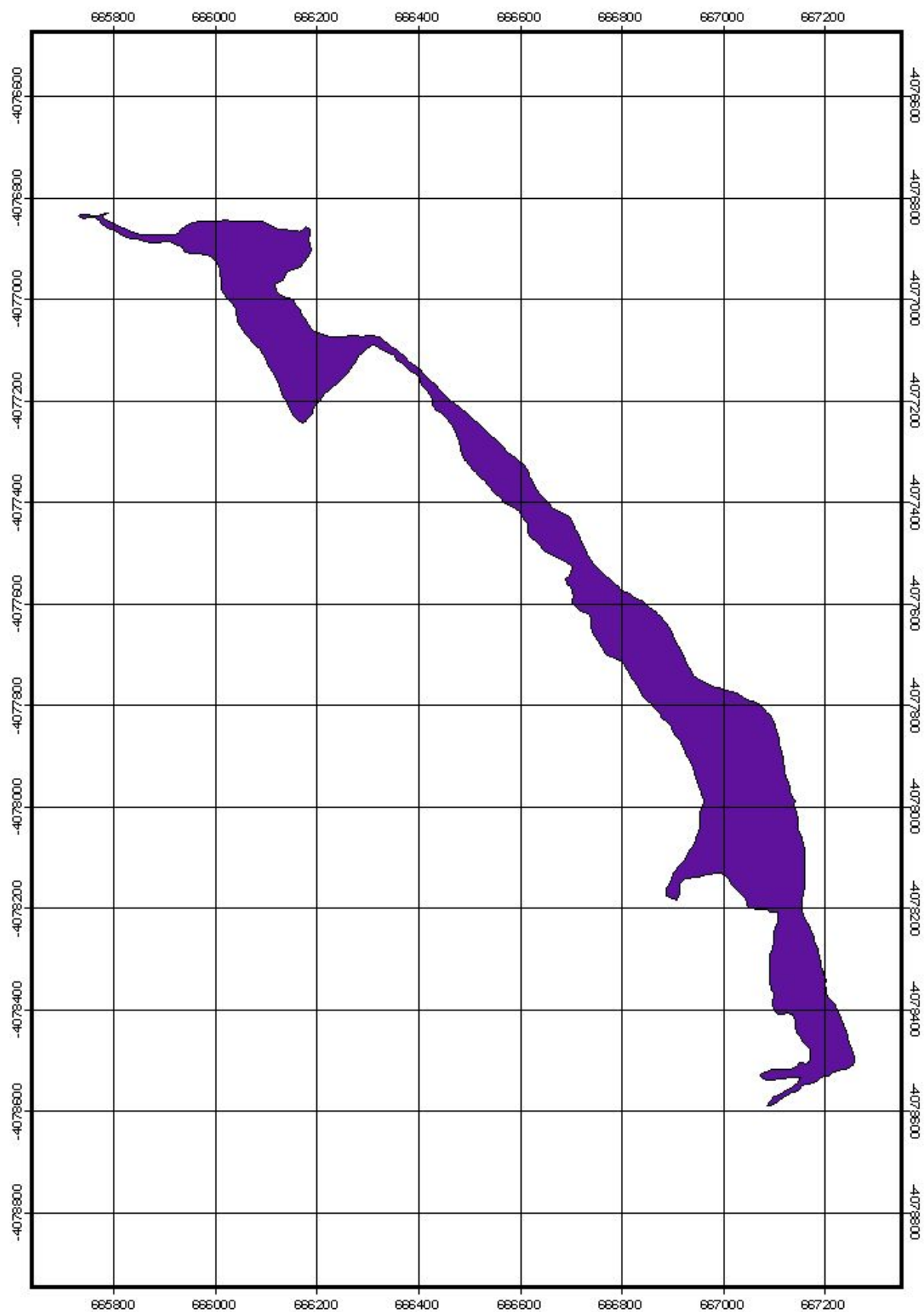
Humedal 18 de Septiembre, Tomé
Escala 1:2000



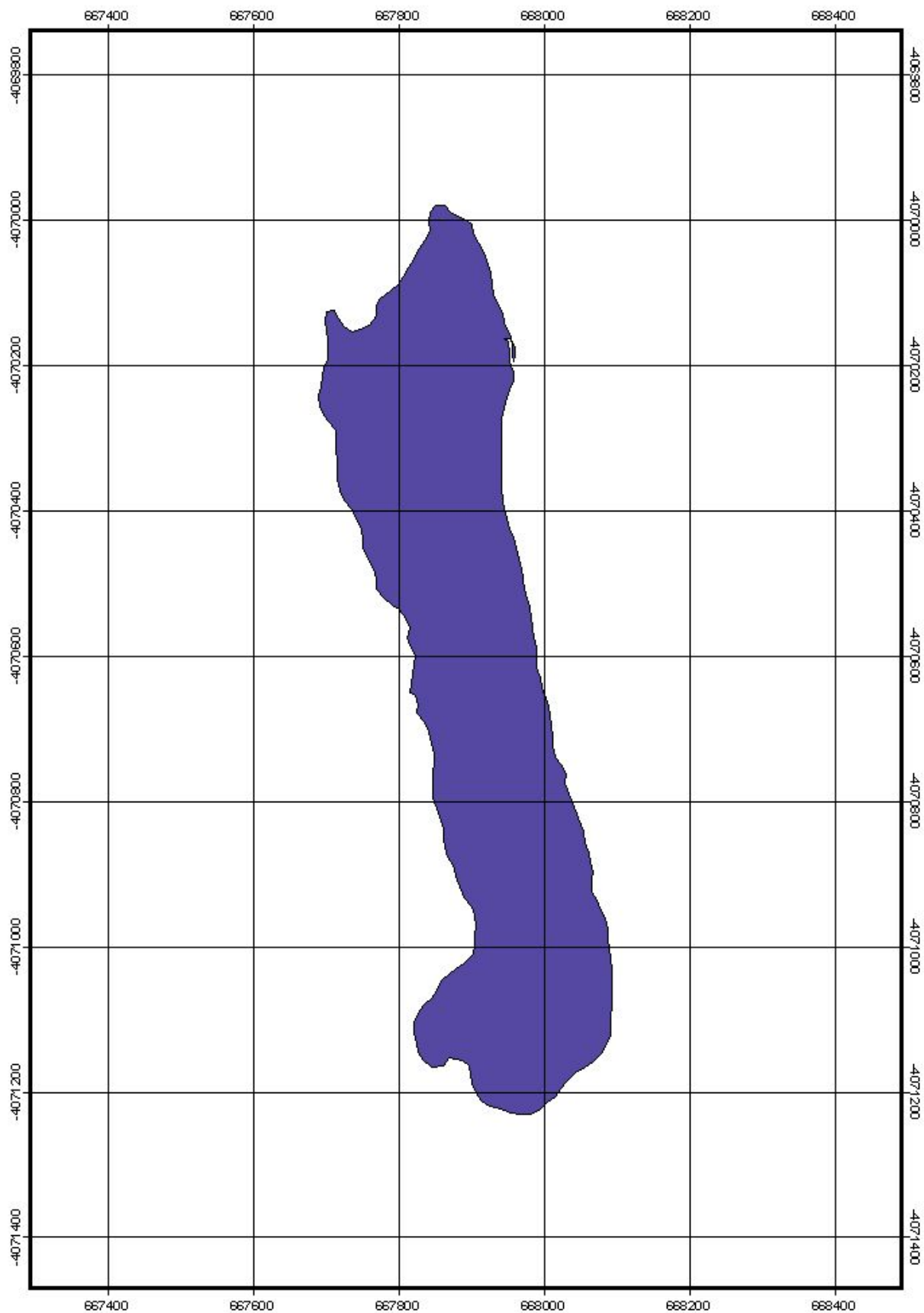
Humedal Arteaga Alemparte
Escala 1:5000



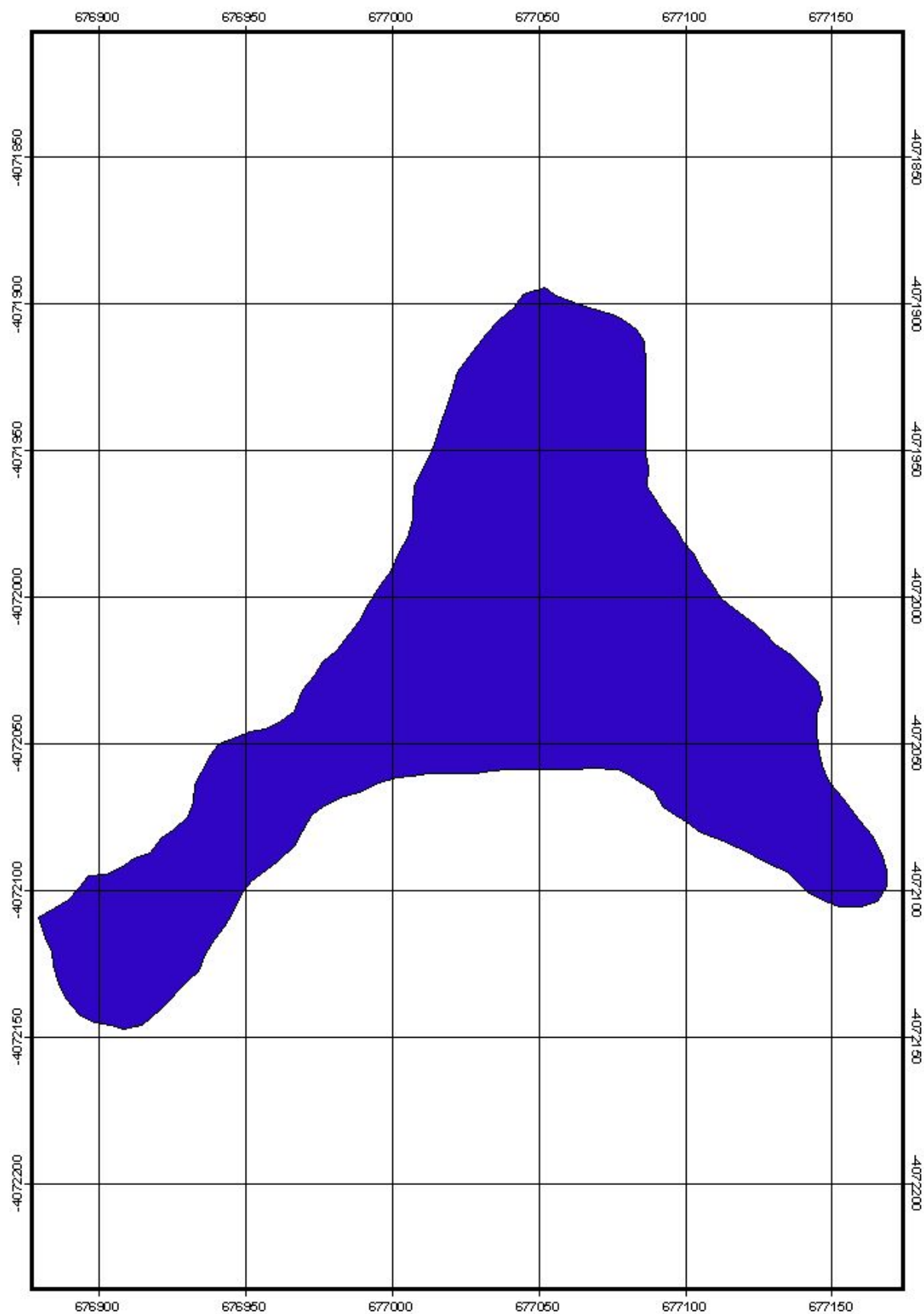
Humedal Boca Sur
Escala 1:10000



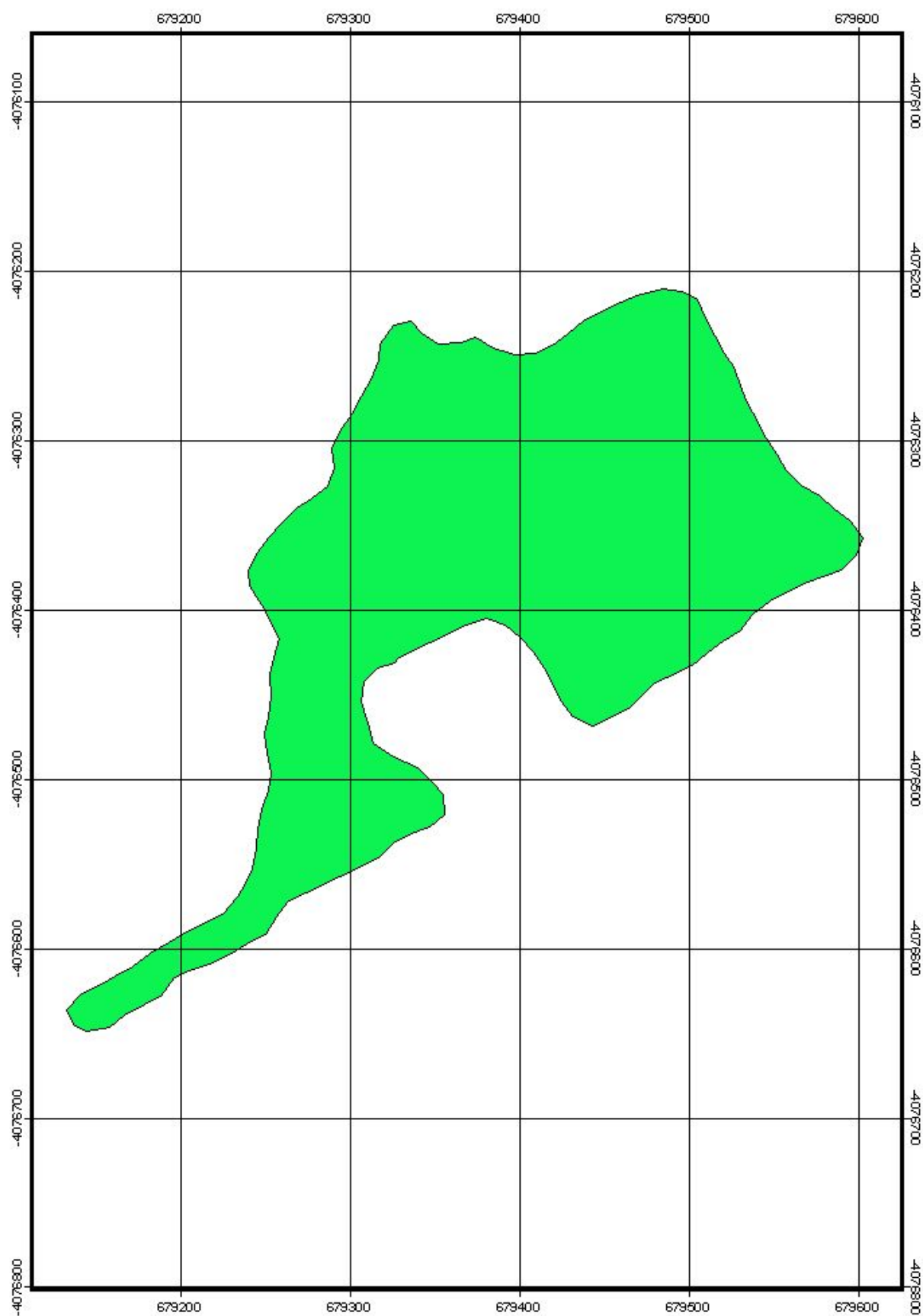
Humedal Camino a Huachipato
Escala 1:7000



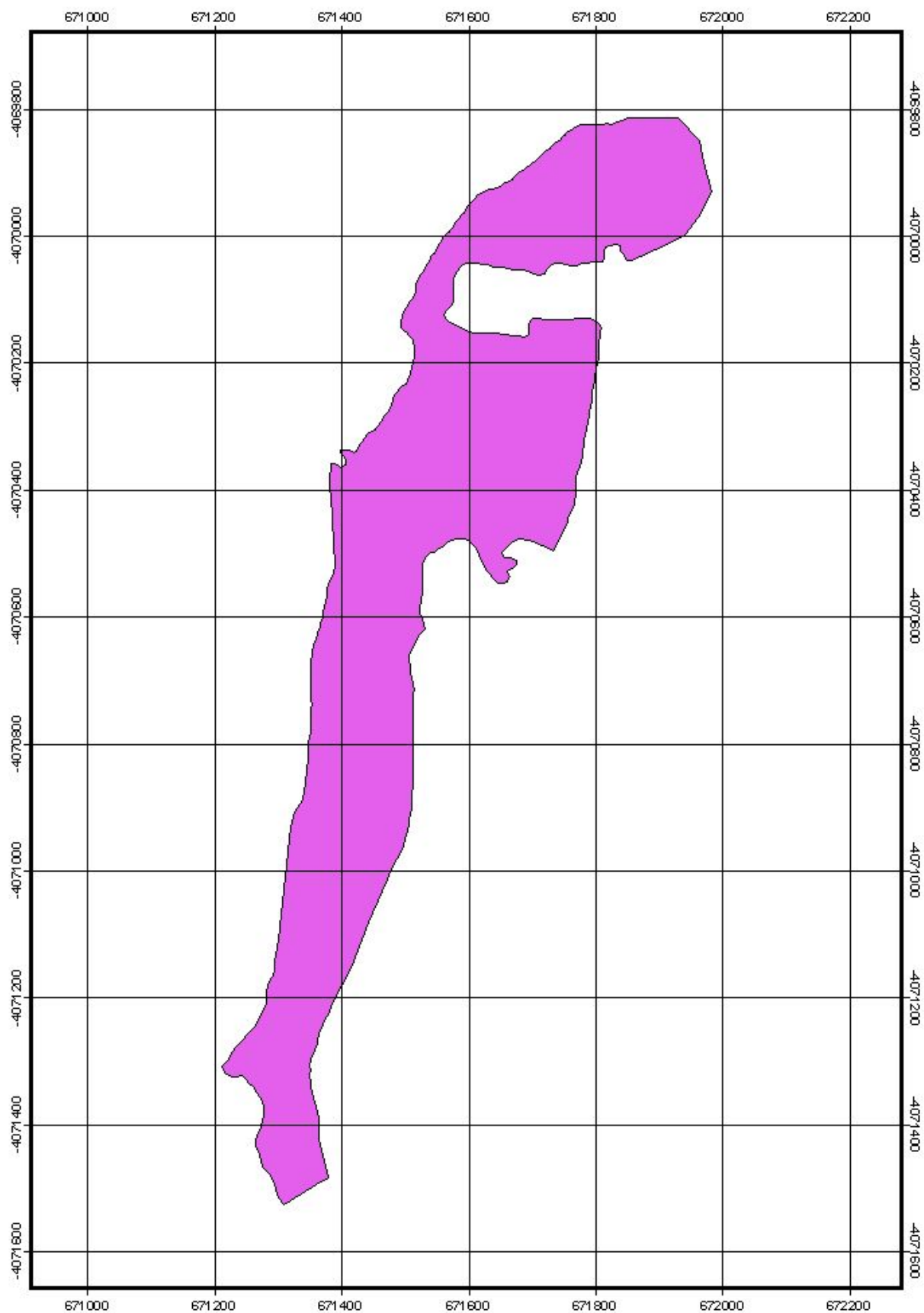
Humedal Camino a Penco
Escala 1:2000



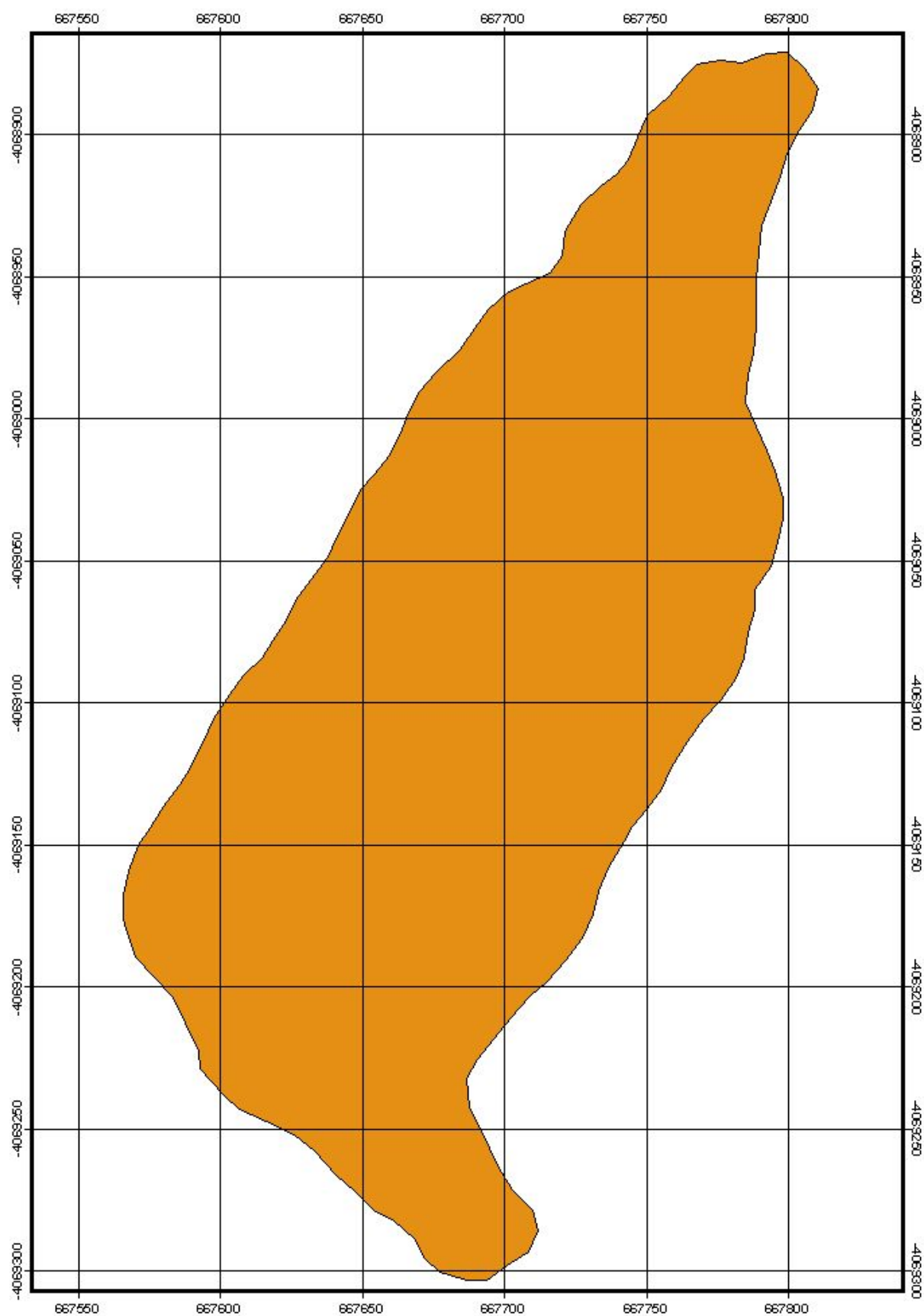
Humedal Camino Peaje Chaimavida
Escala 1:3000



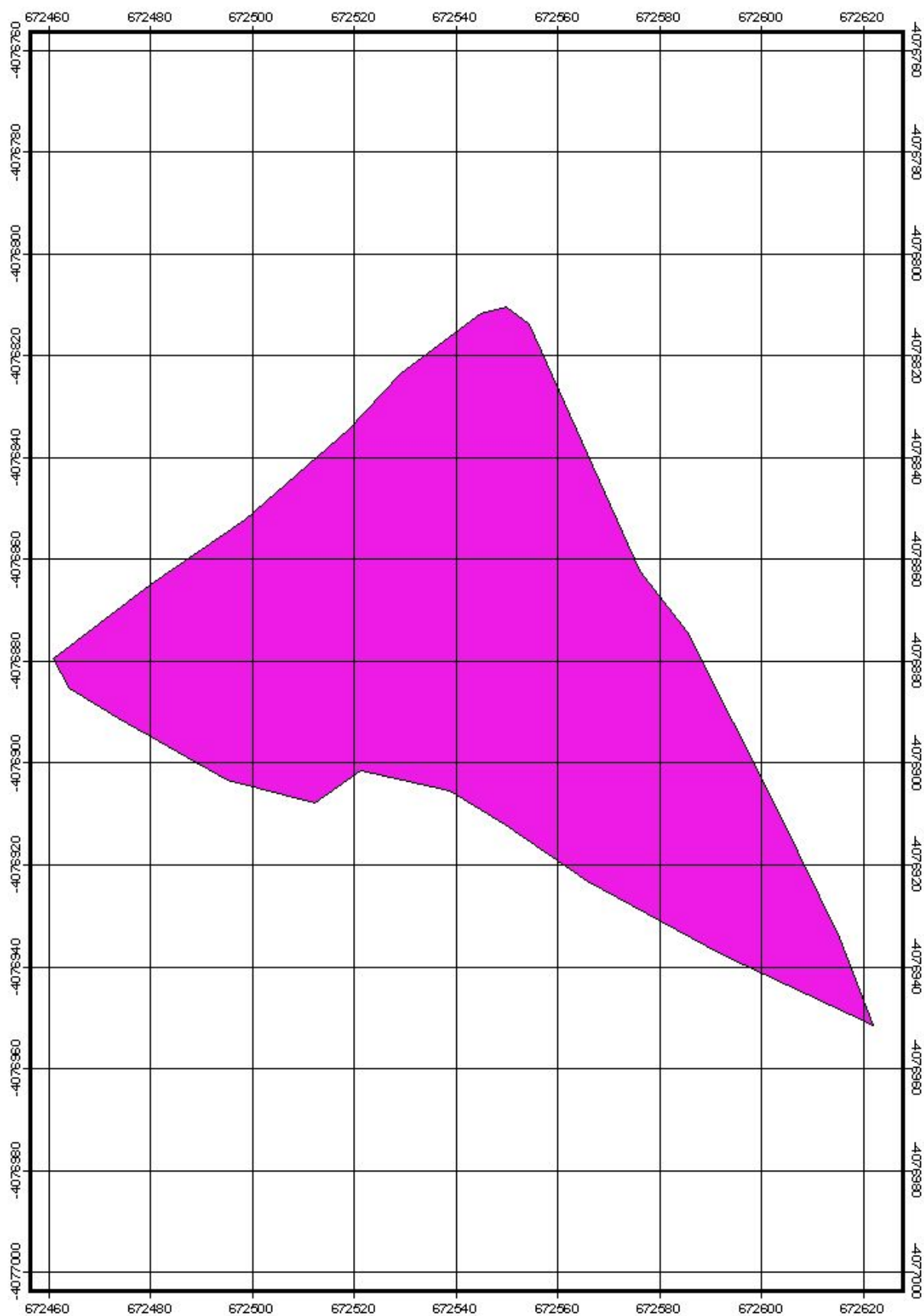
Humedal Carriel Norte
Escala 1:8000



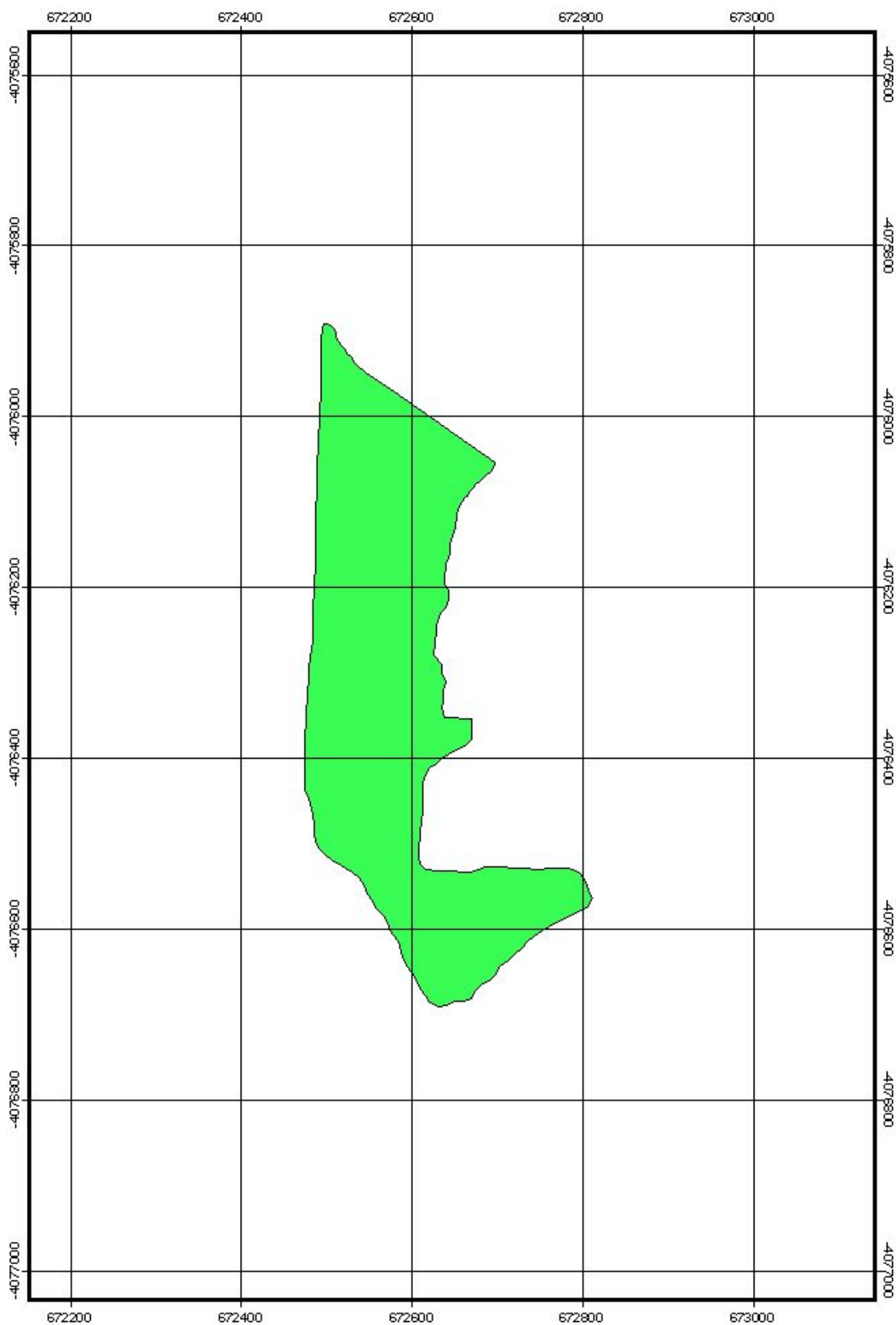
Humedal Cementos Bio Bio
Escala 1:3000



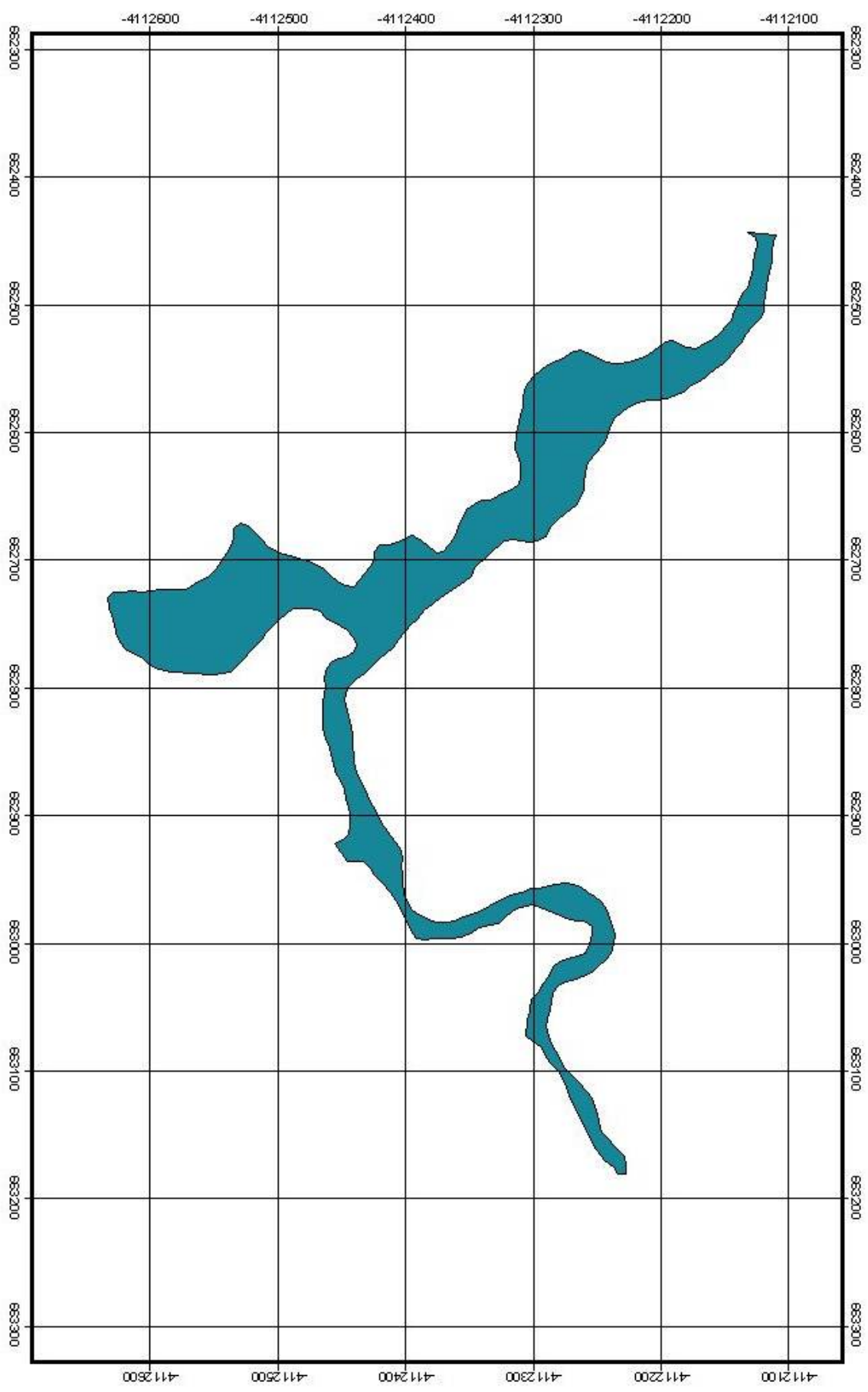
Humedal Cerro Chepe
Escala 1:1000

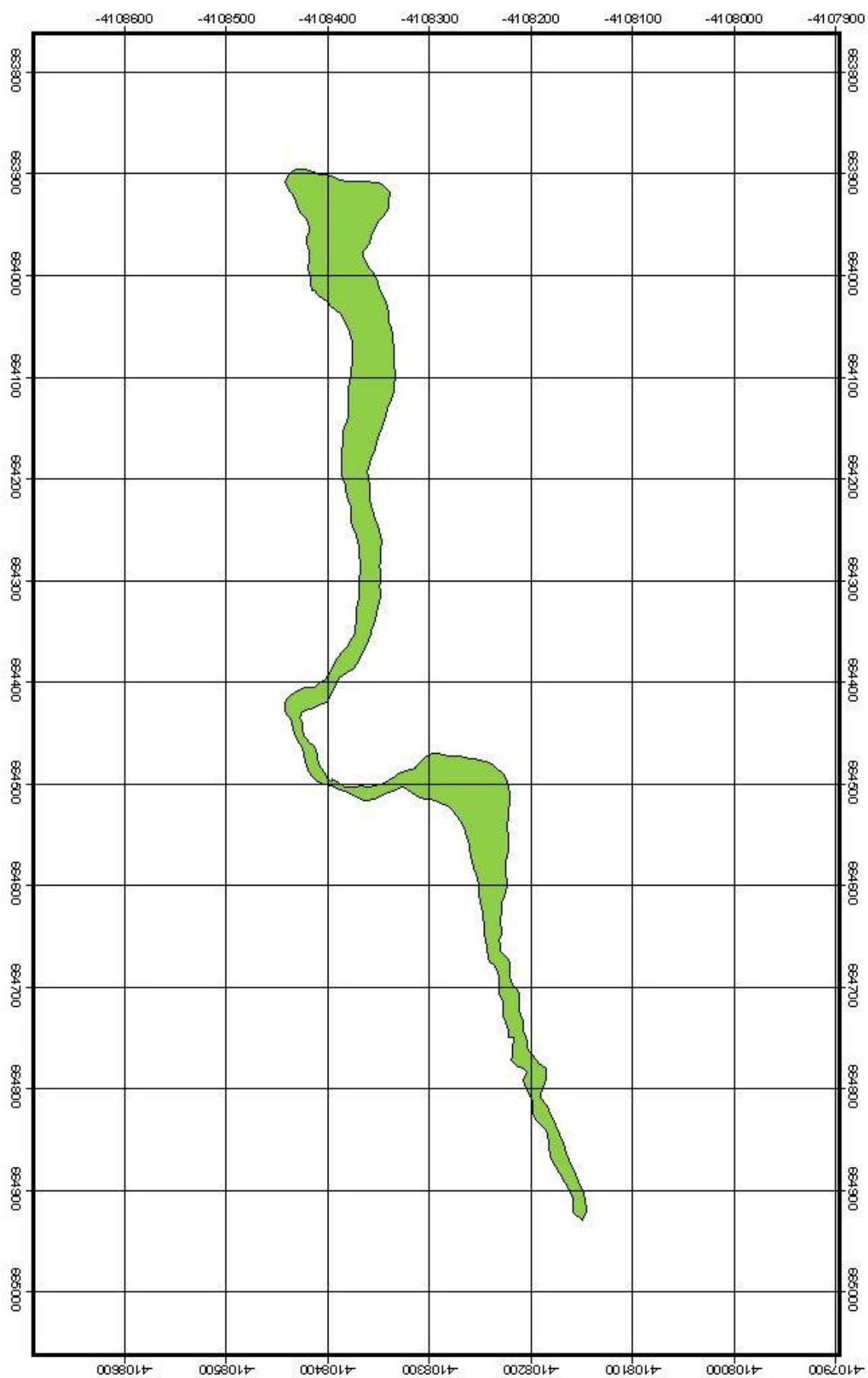


Humedal Cerro Chepe Prat
Escala 1:6000



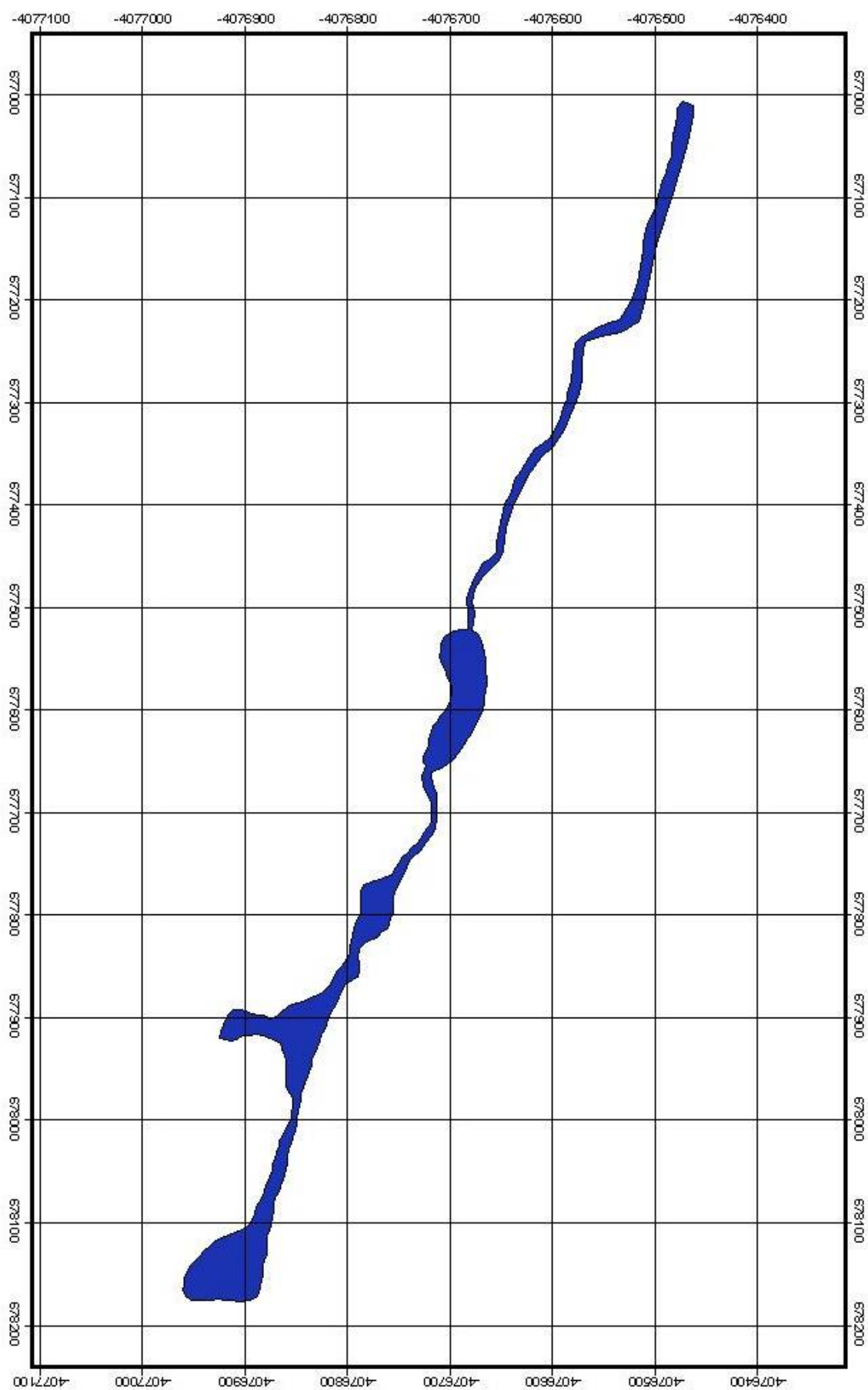
Humedal Chivilingo
Escala 1:4000



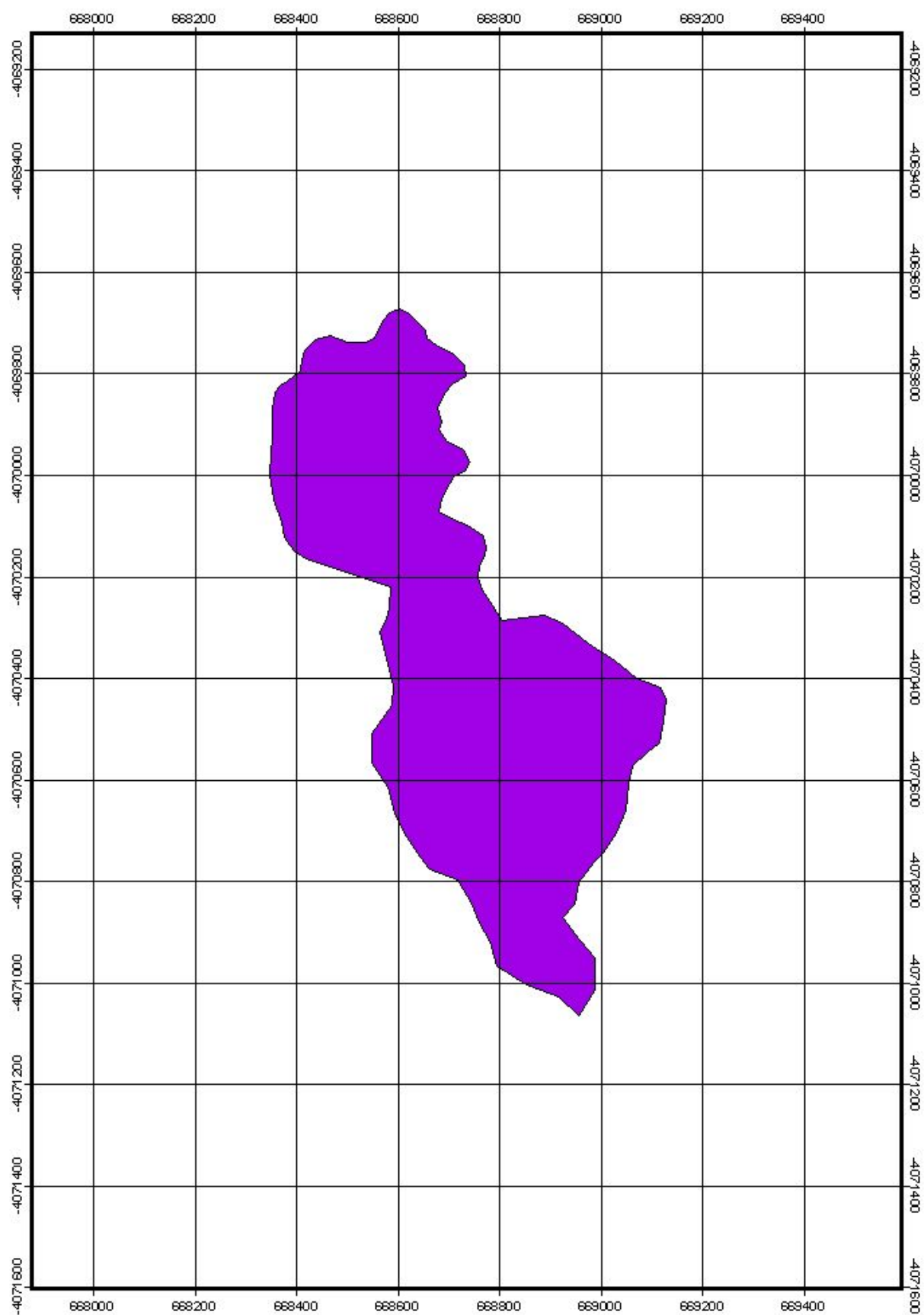
Humedal Colcura
Escala 1:5000

Humedal Collao

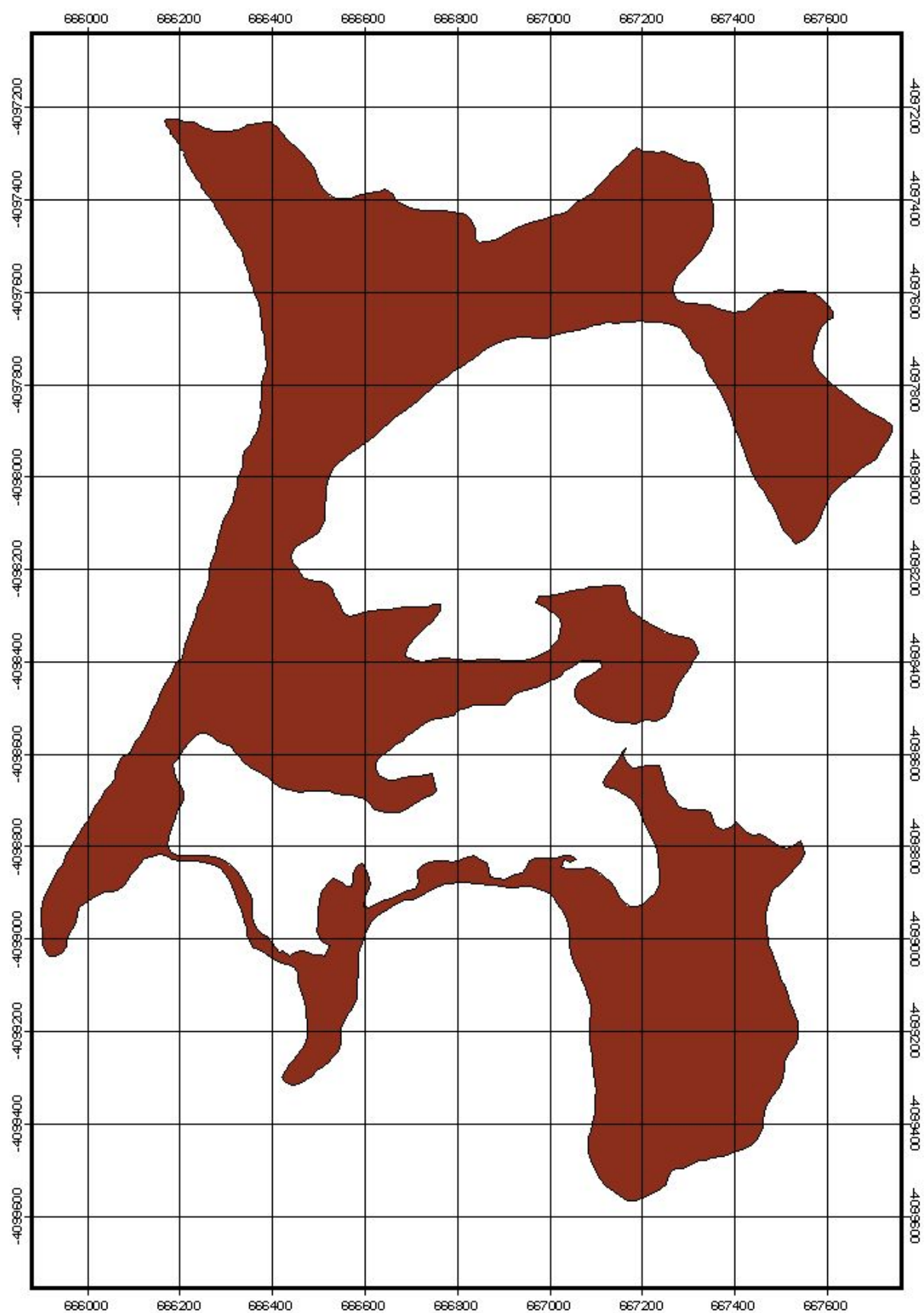
Escala 1:5000



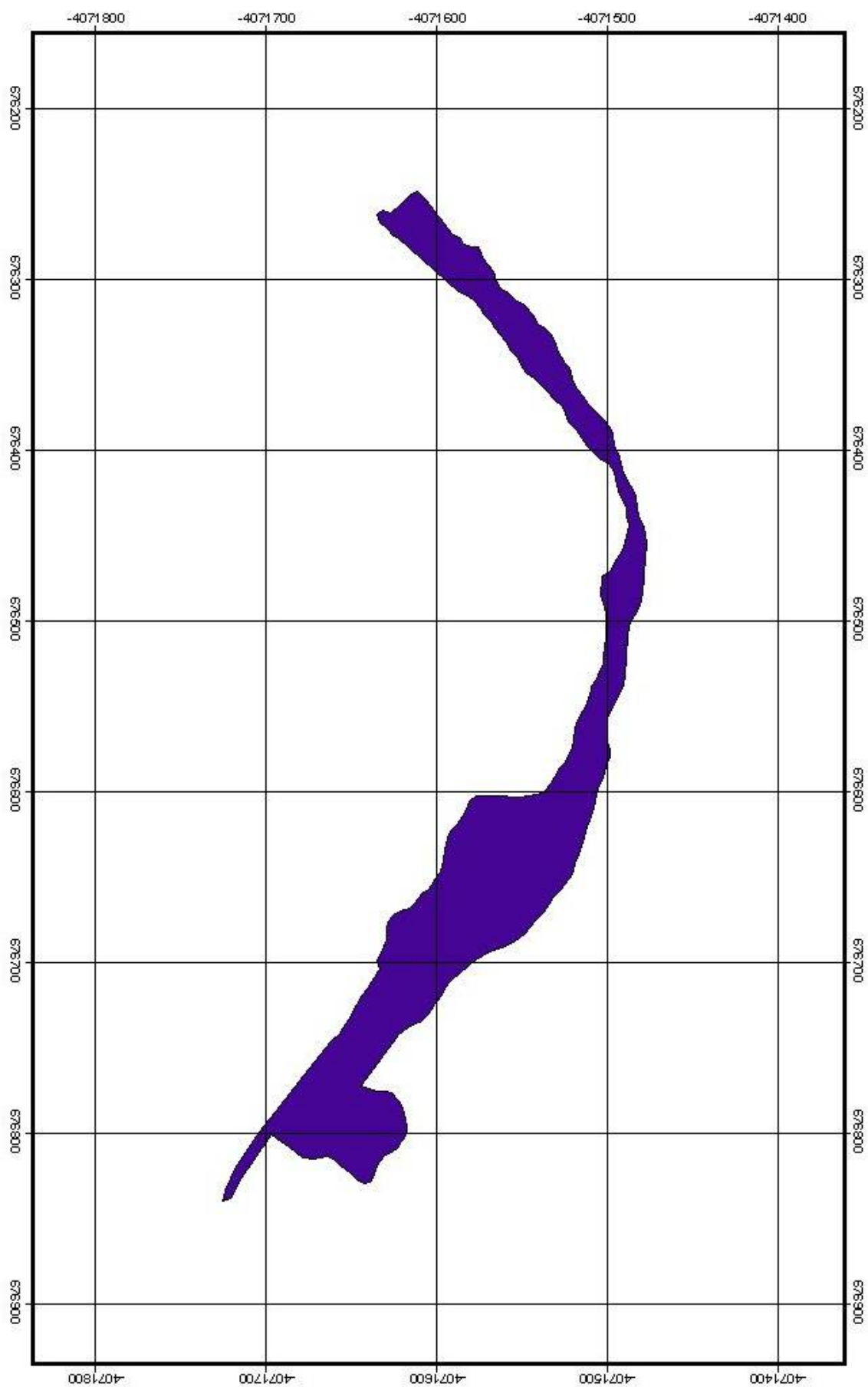
Humedal Comaco
Escala 1:10000



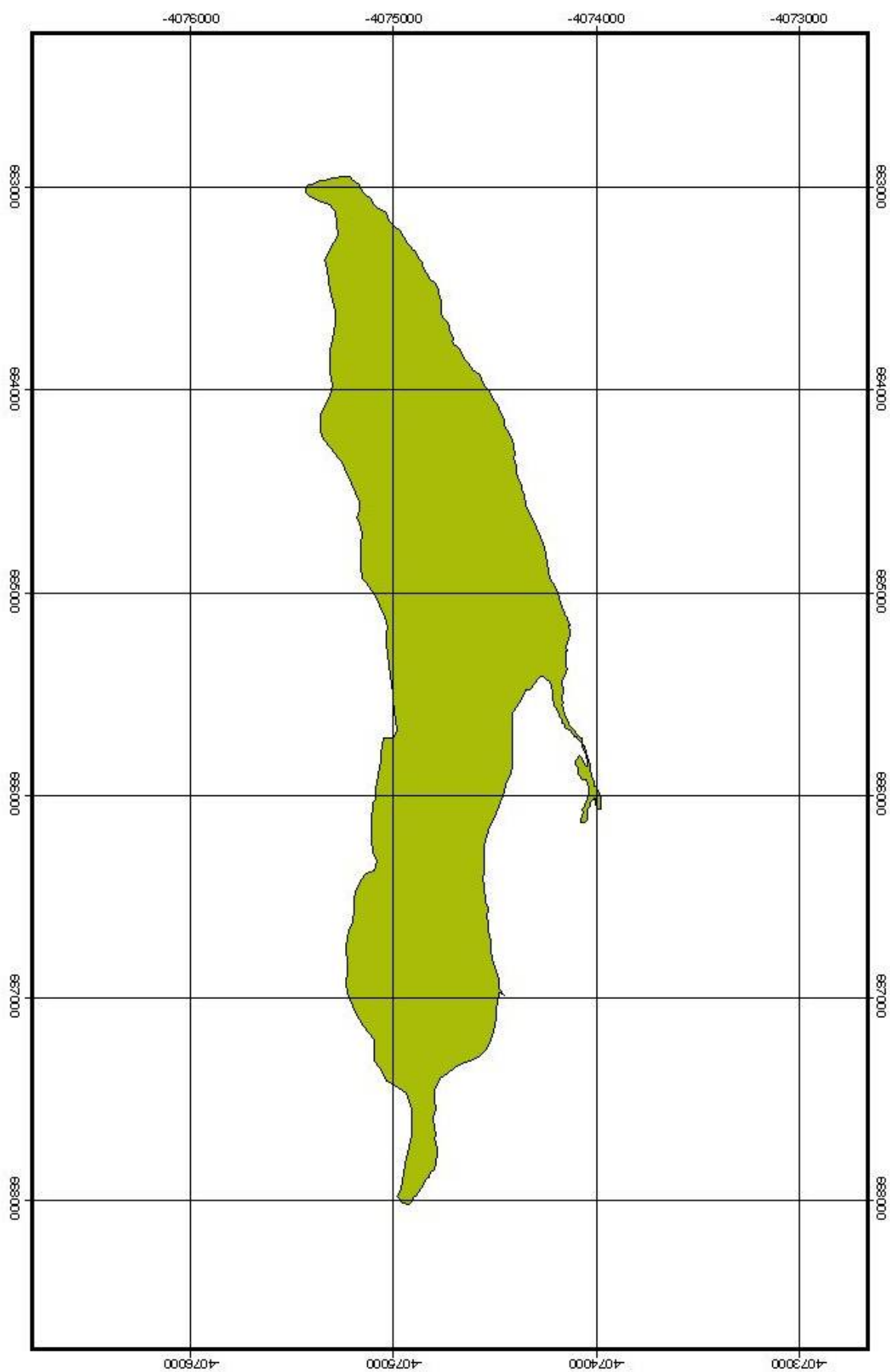
Humedal Coronel
Escala 1:16000



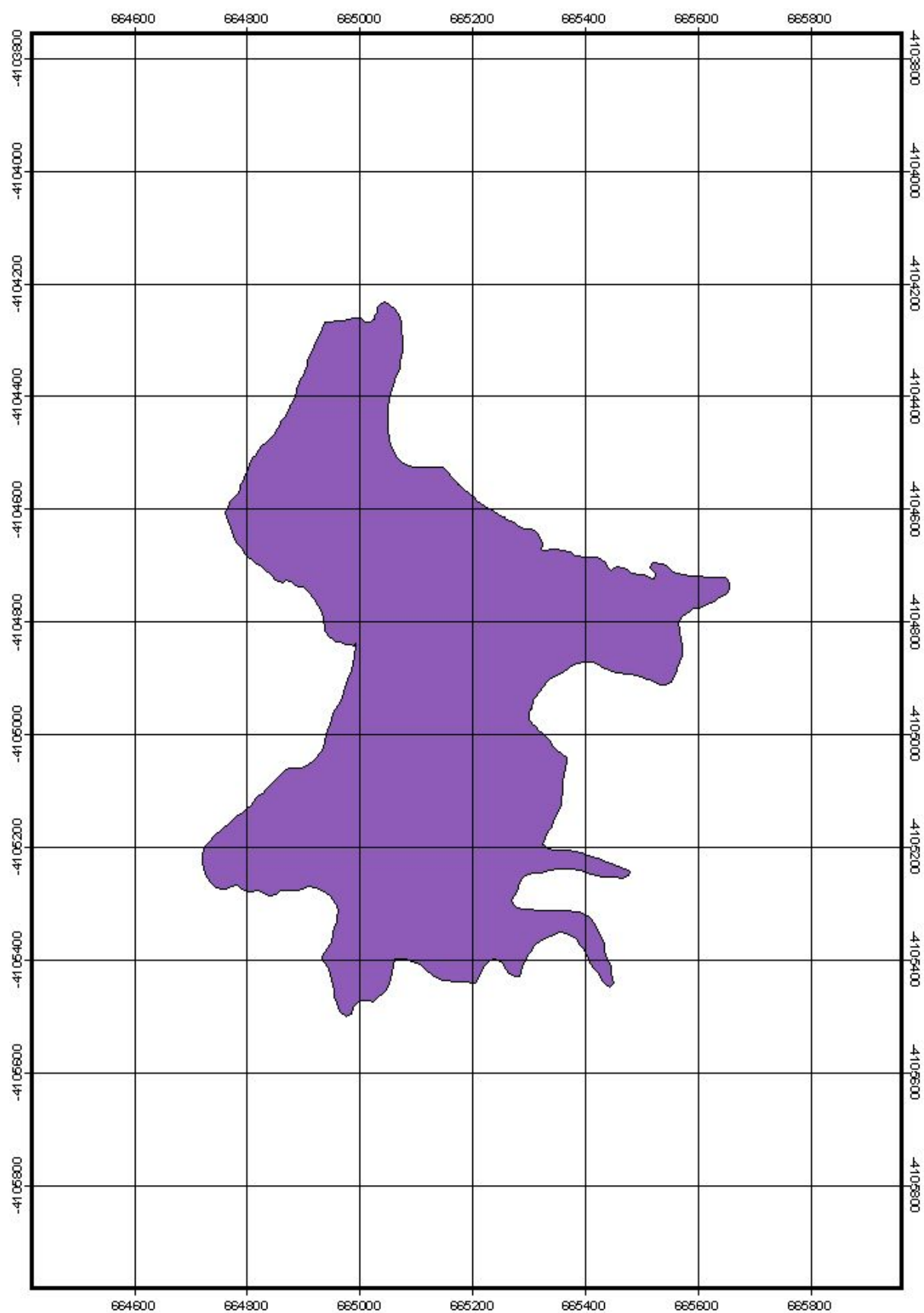
Humedal Cosmito
Escala 1:3000



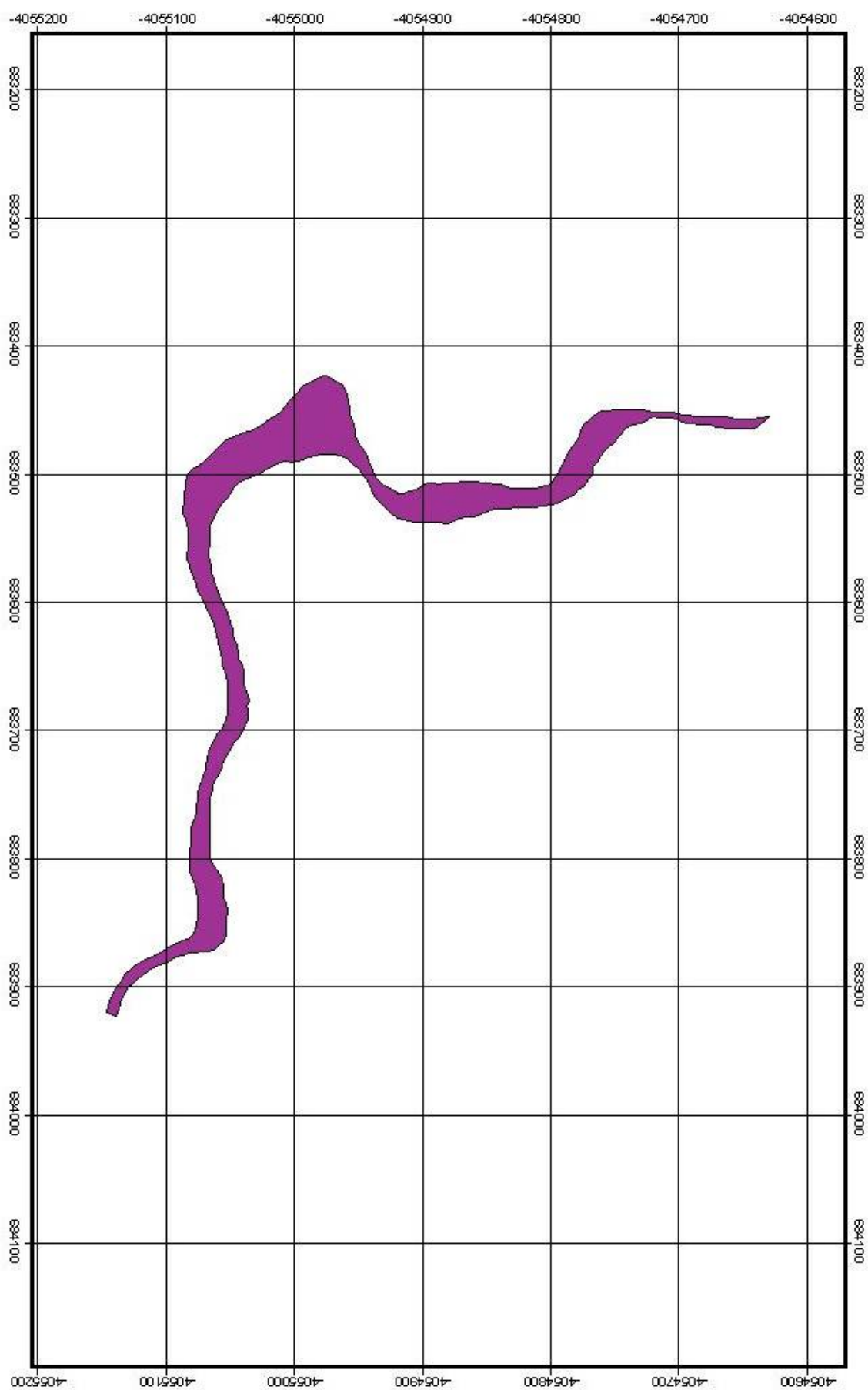
Humedal Desembocadura Norte
Escala 1:25000



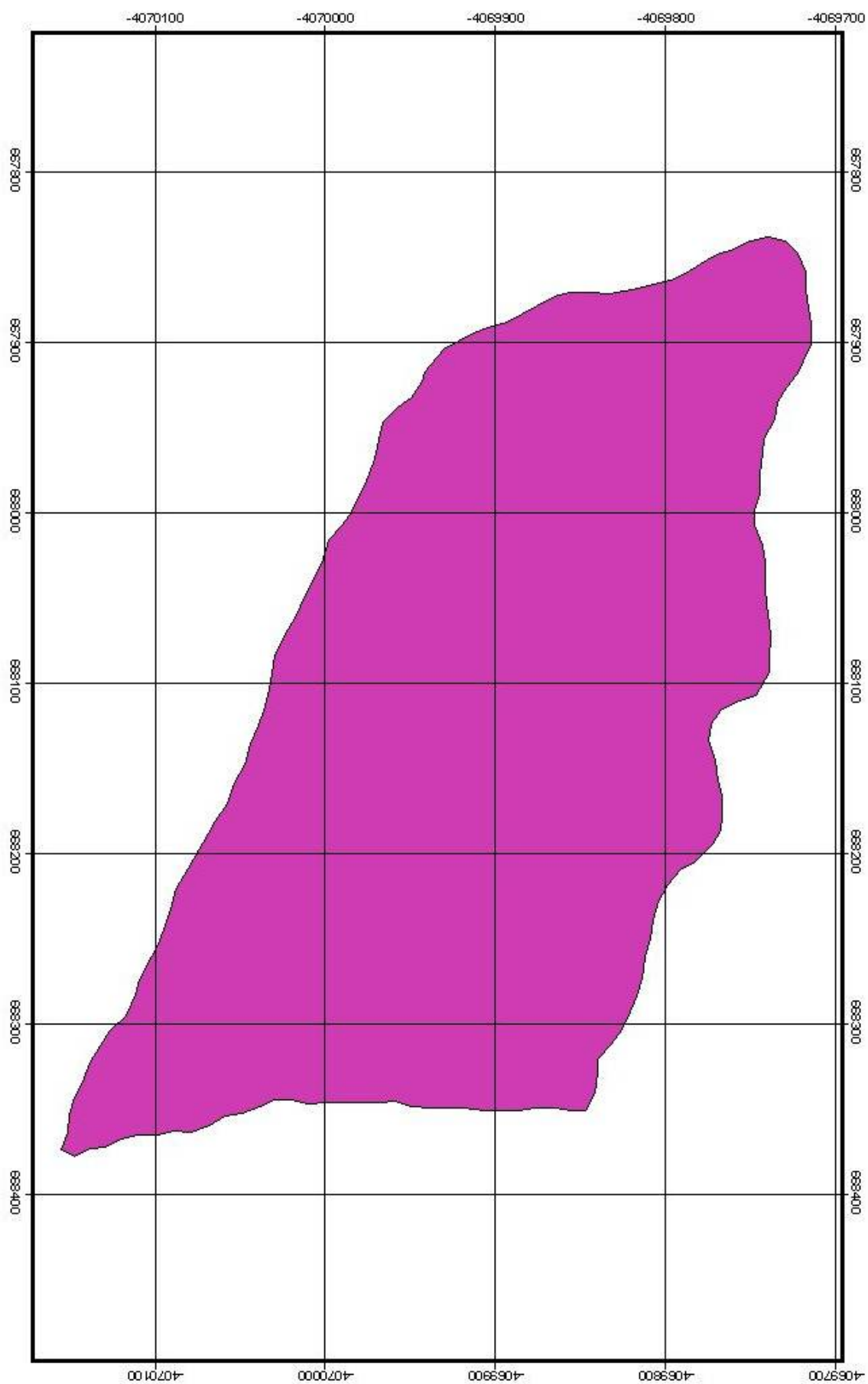
Humedal Entrada Lota
Escala 1:9000



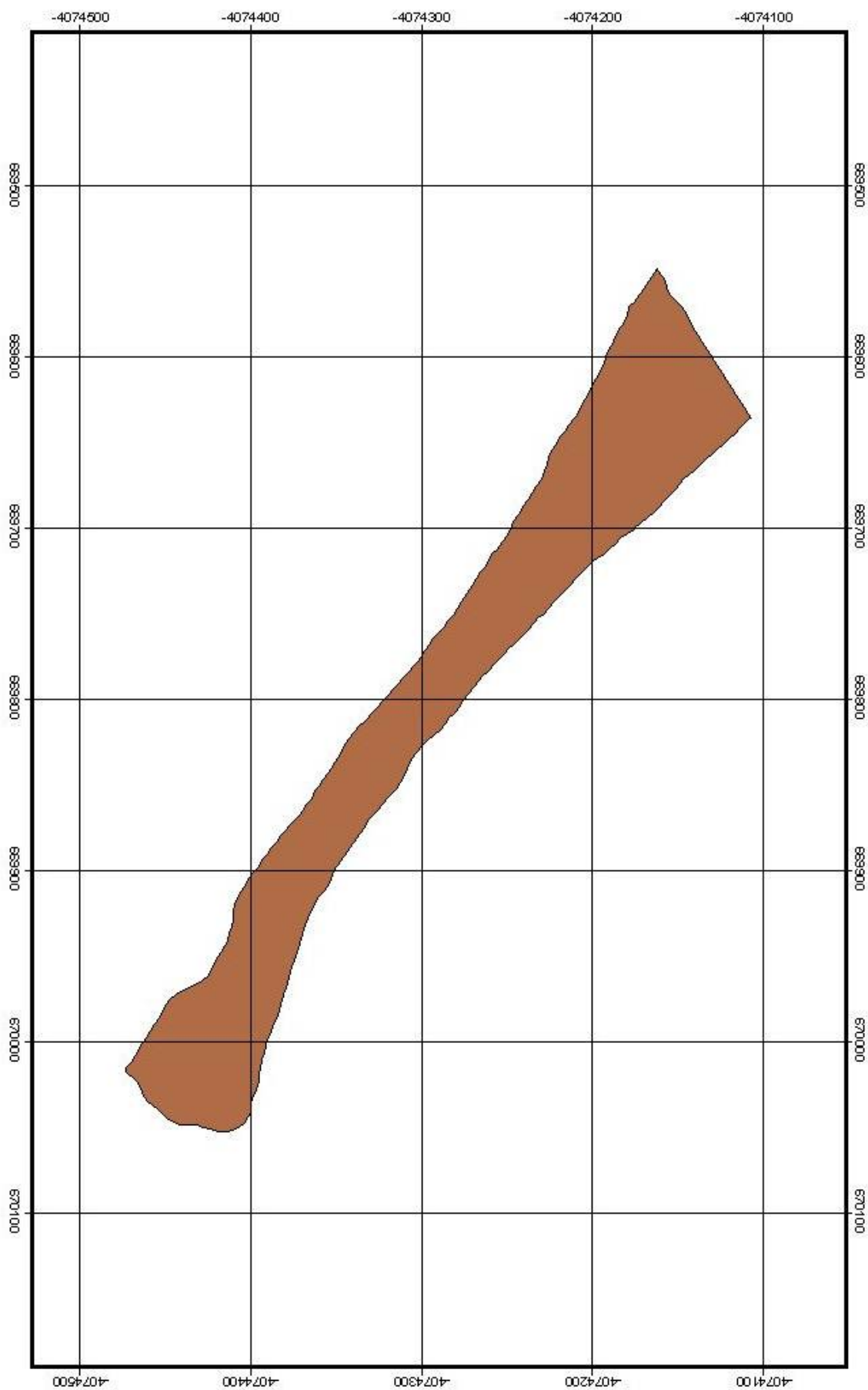
Humedal Estero Collen Escala 1:4000



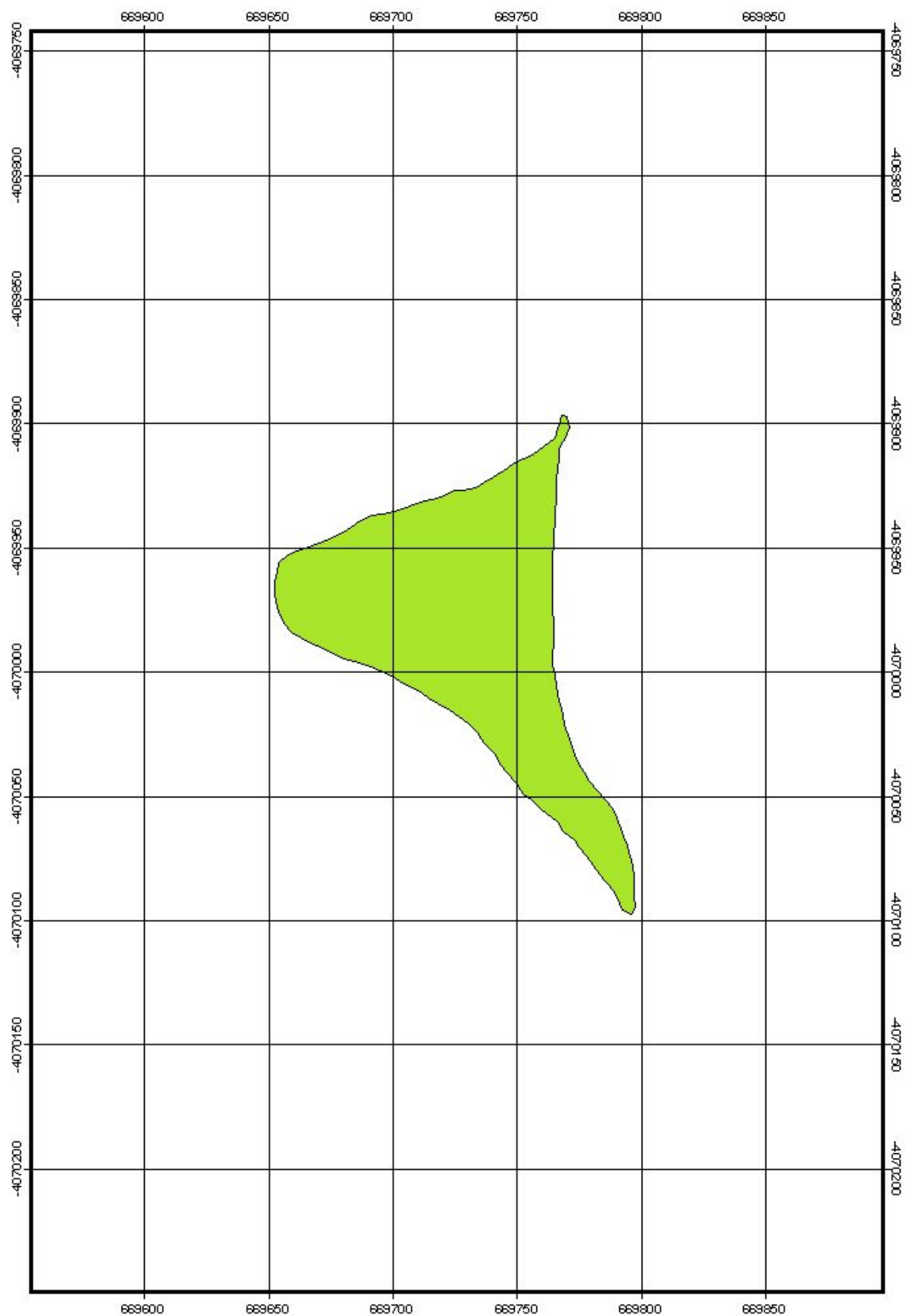
Humedal Frente Sitrans
Escala 1:3000



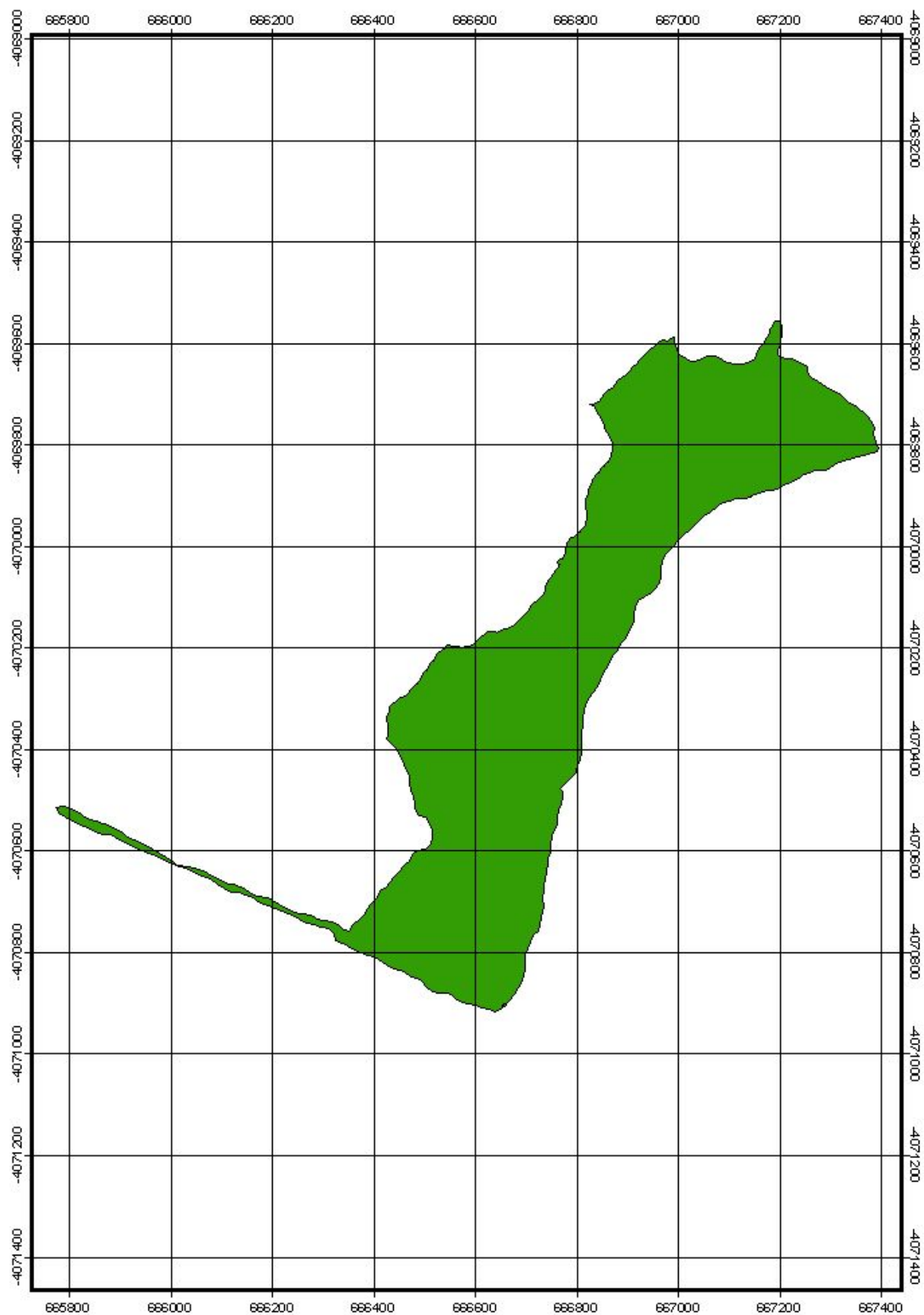
Humedal Guñunhue
Escala 1:3000



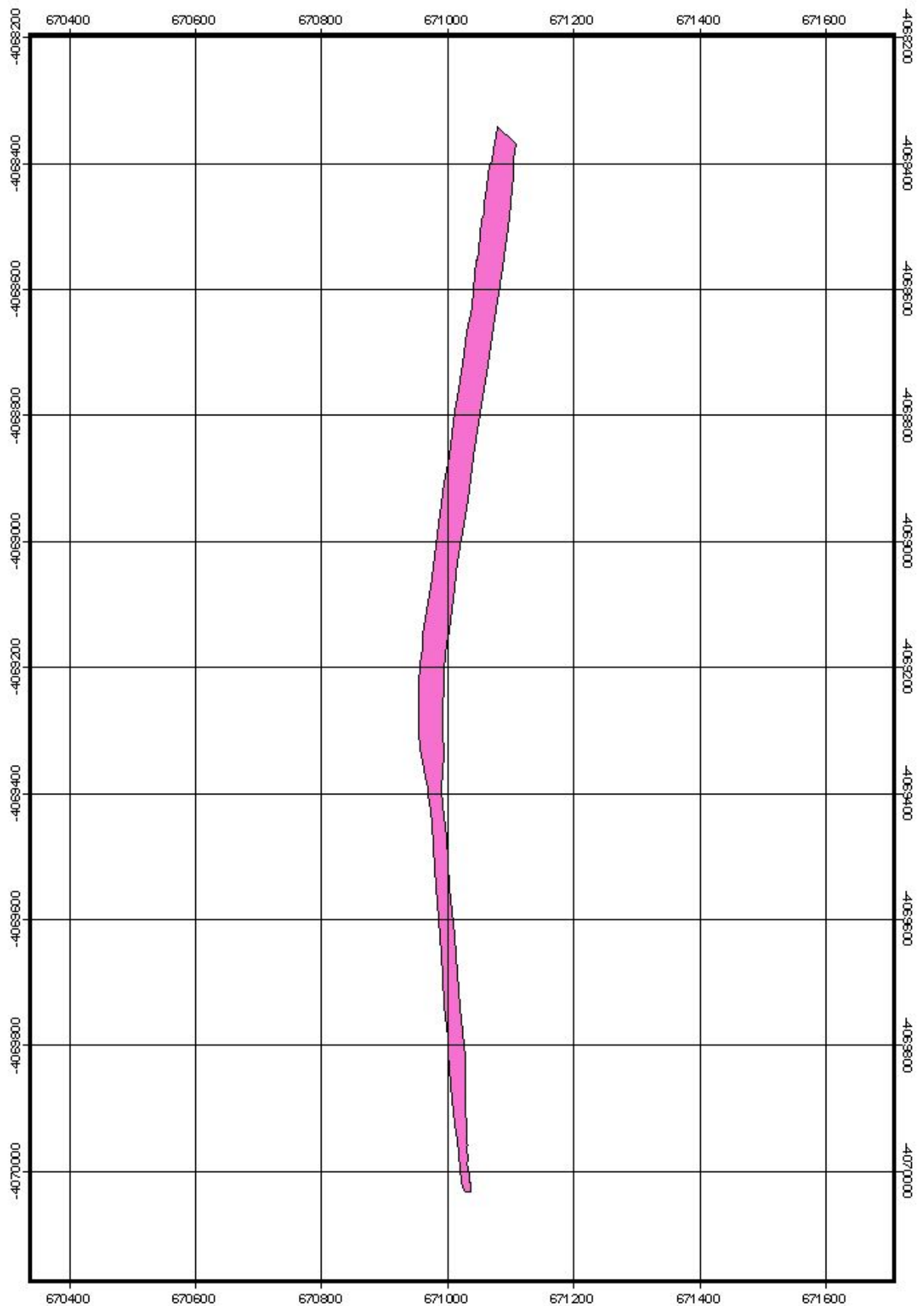
Humedal Huachicop
Escala 1:2000



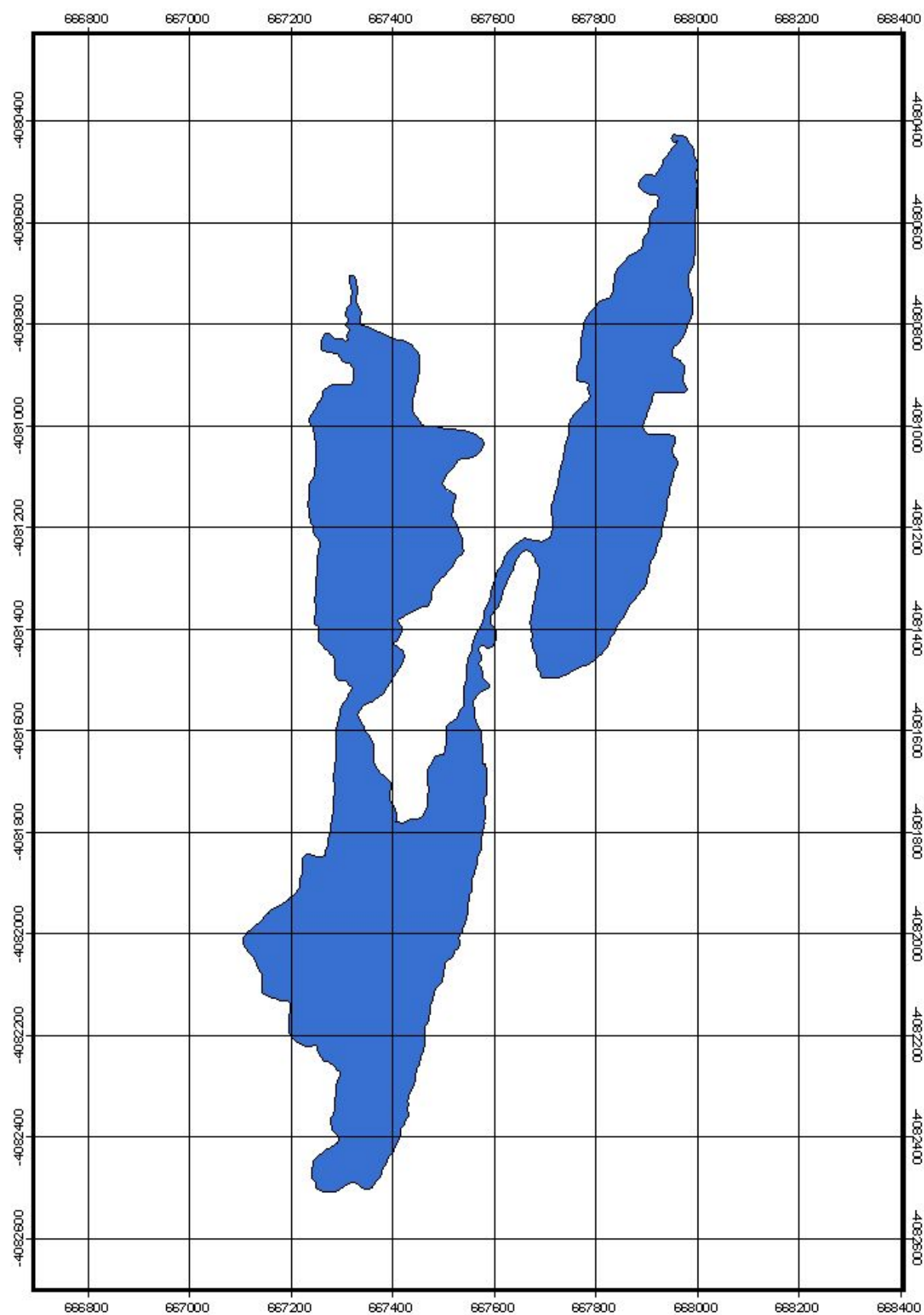
Humedal Huachipato
Escala 1:10000



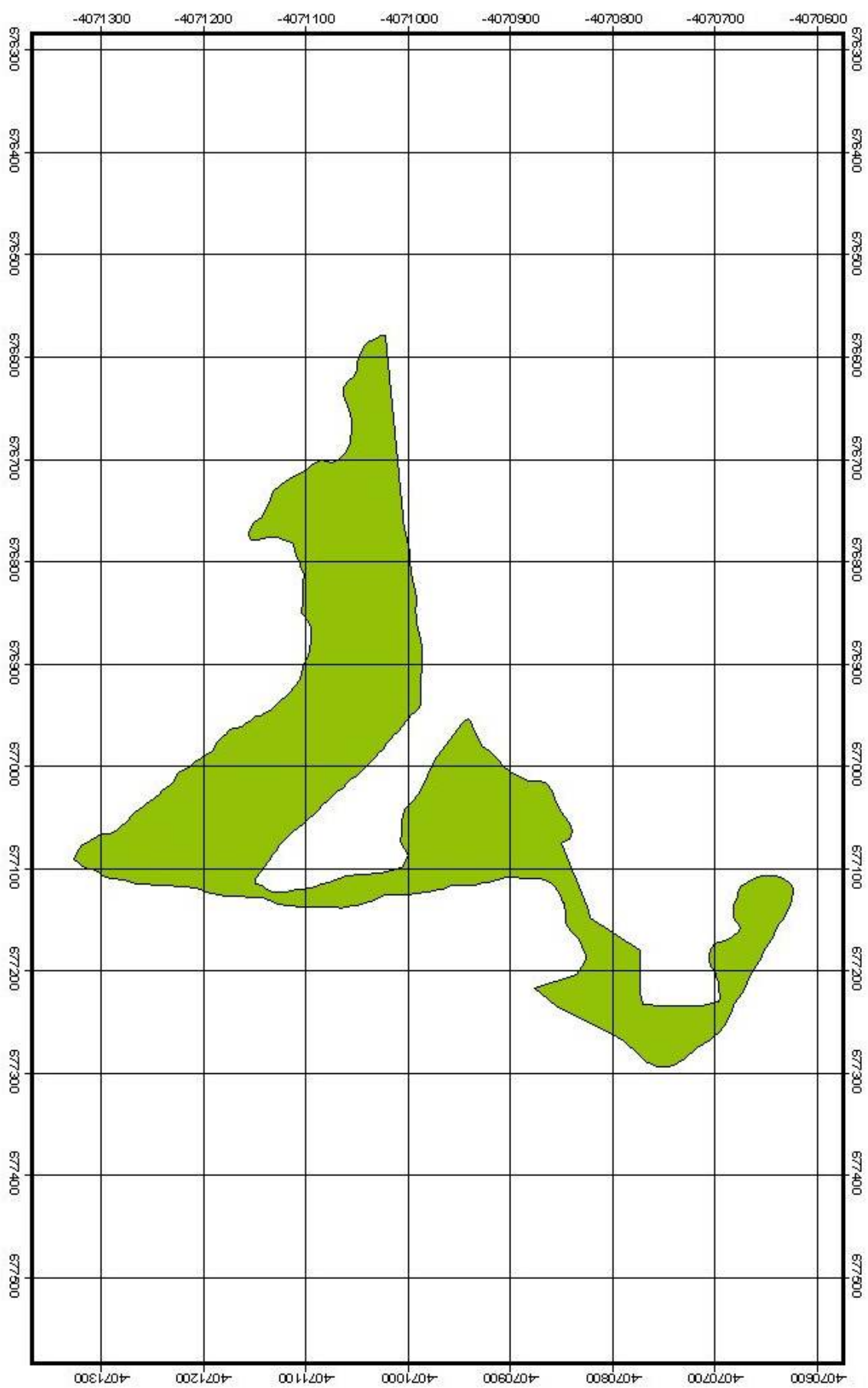
Humedal Ifarle
Escala 1:8000



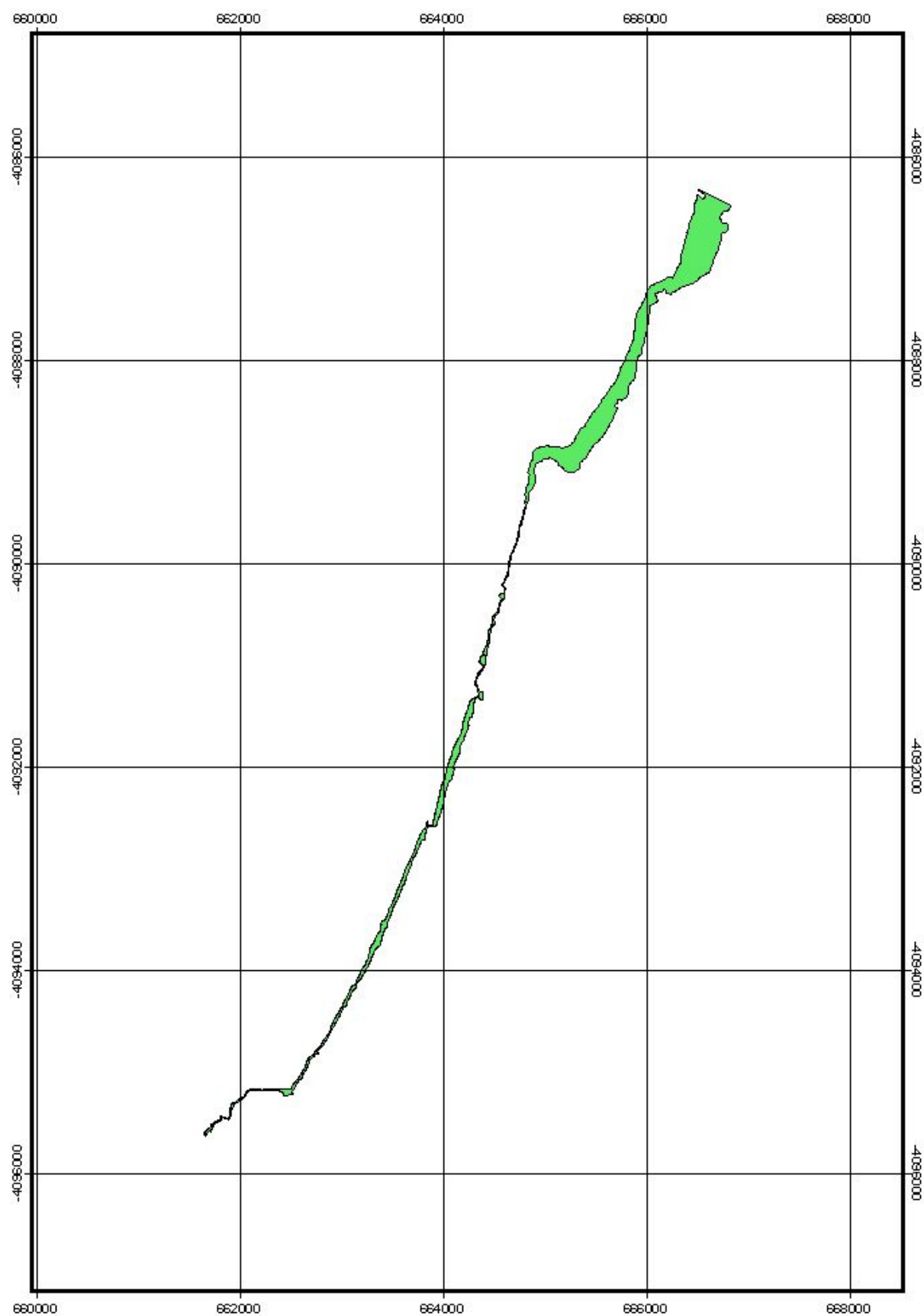
Humedal Junquillar
Escala 1:10000



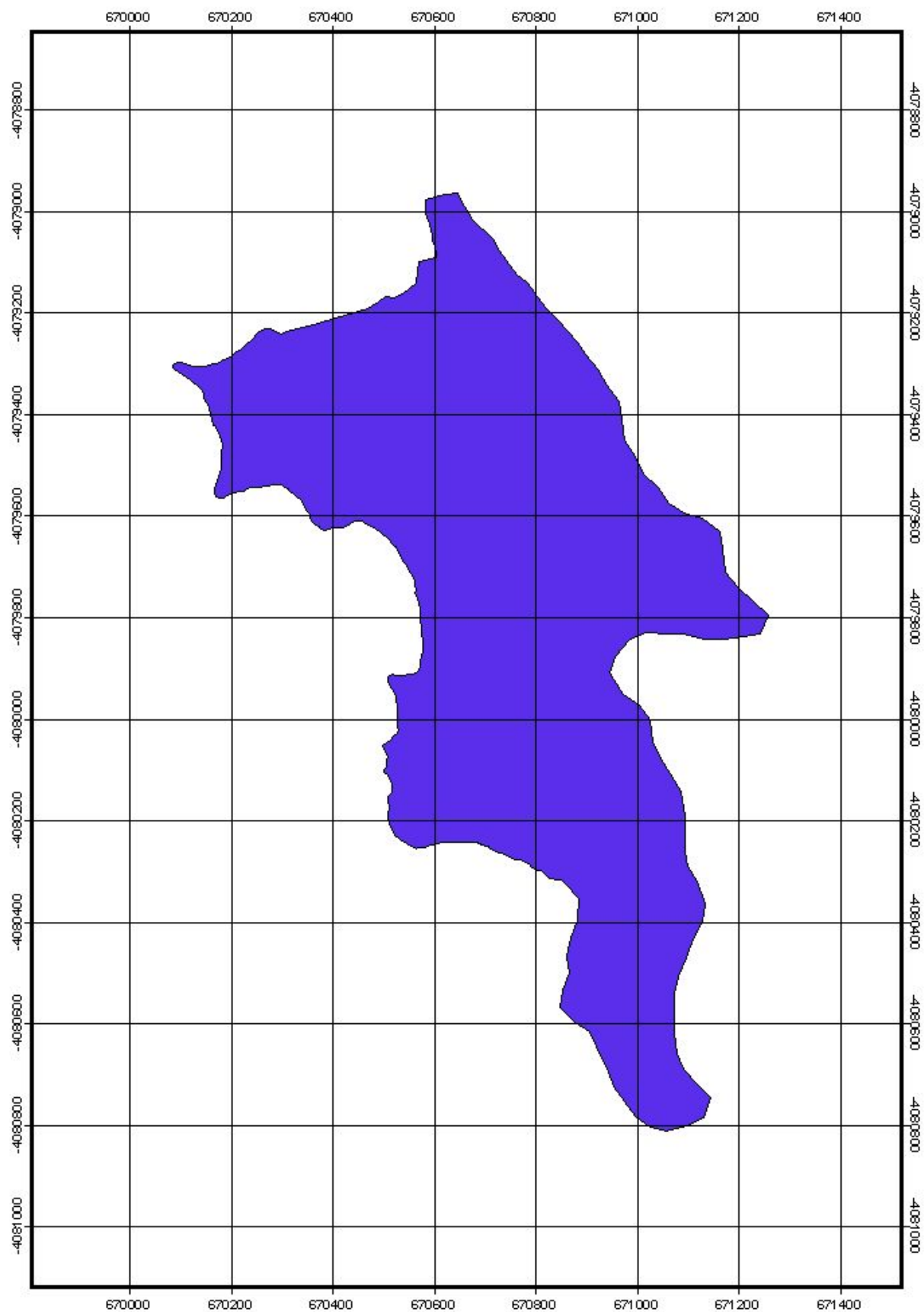
Humedal La Greda
Escala 1:5000



Humedal La Posada
Escala 1:50000

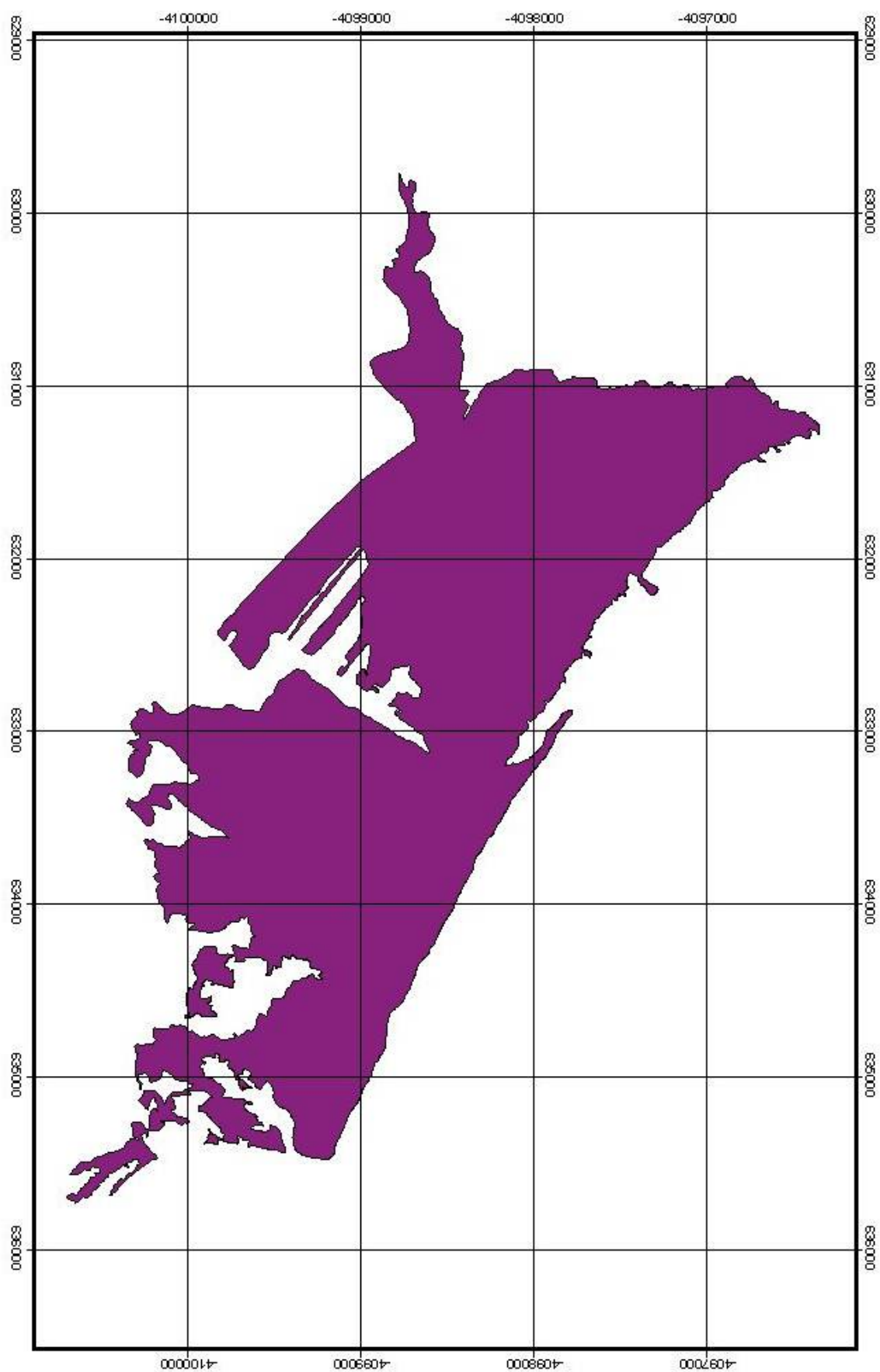


Humedal Laguna Chica
Escala 1:10000

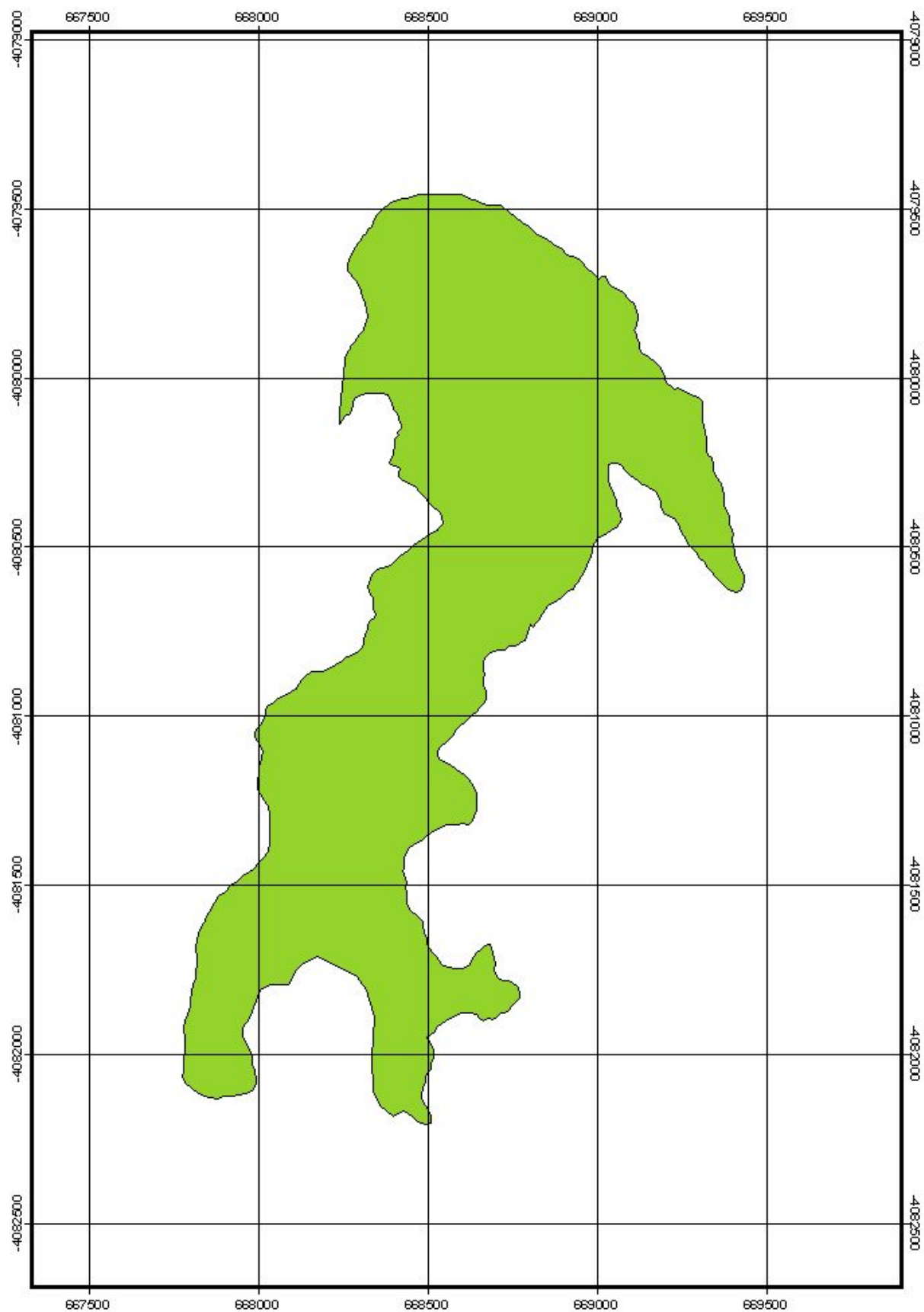


Humedal Laguna el Play y los Coltrabos

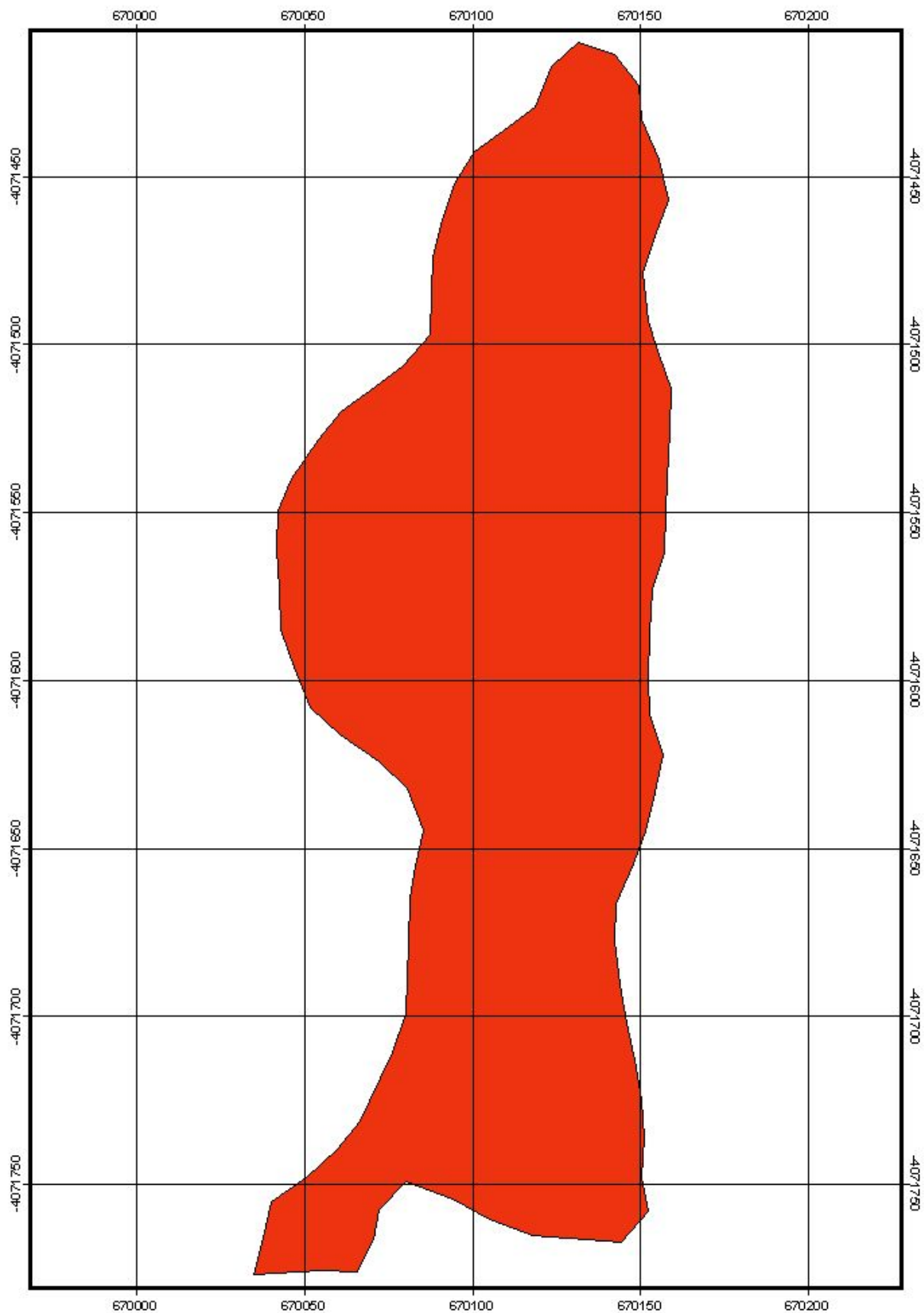
Escala 1:30000



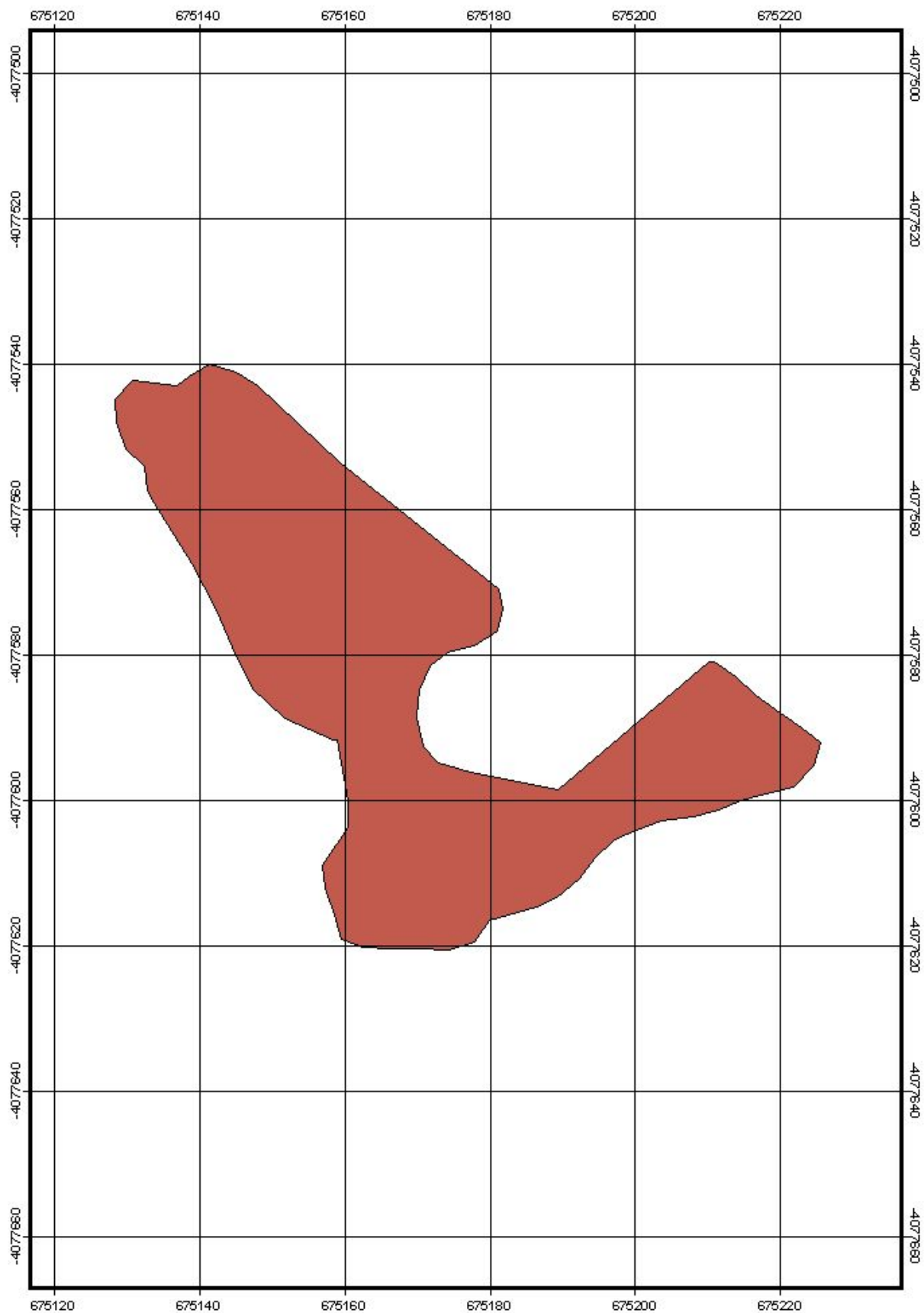
Humedal Laguna Grande
Escala 1:15000



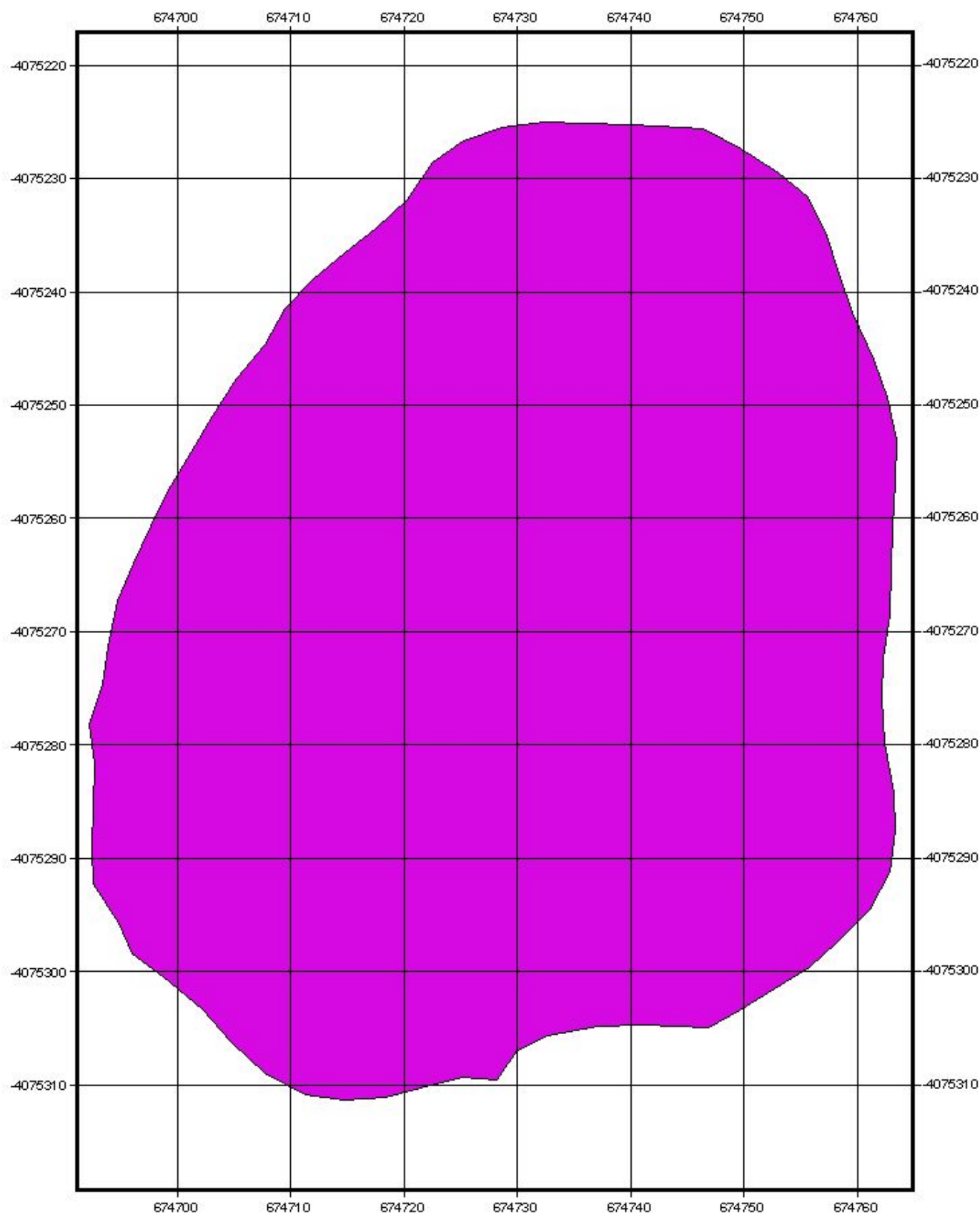
Humedal Laguna Macera
Escala 1:3000



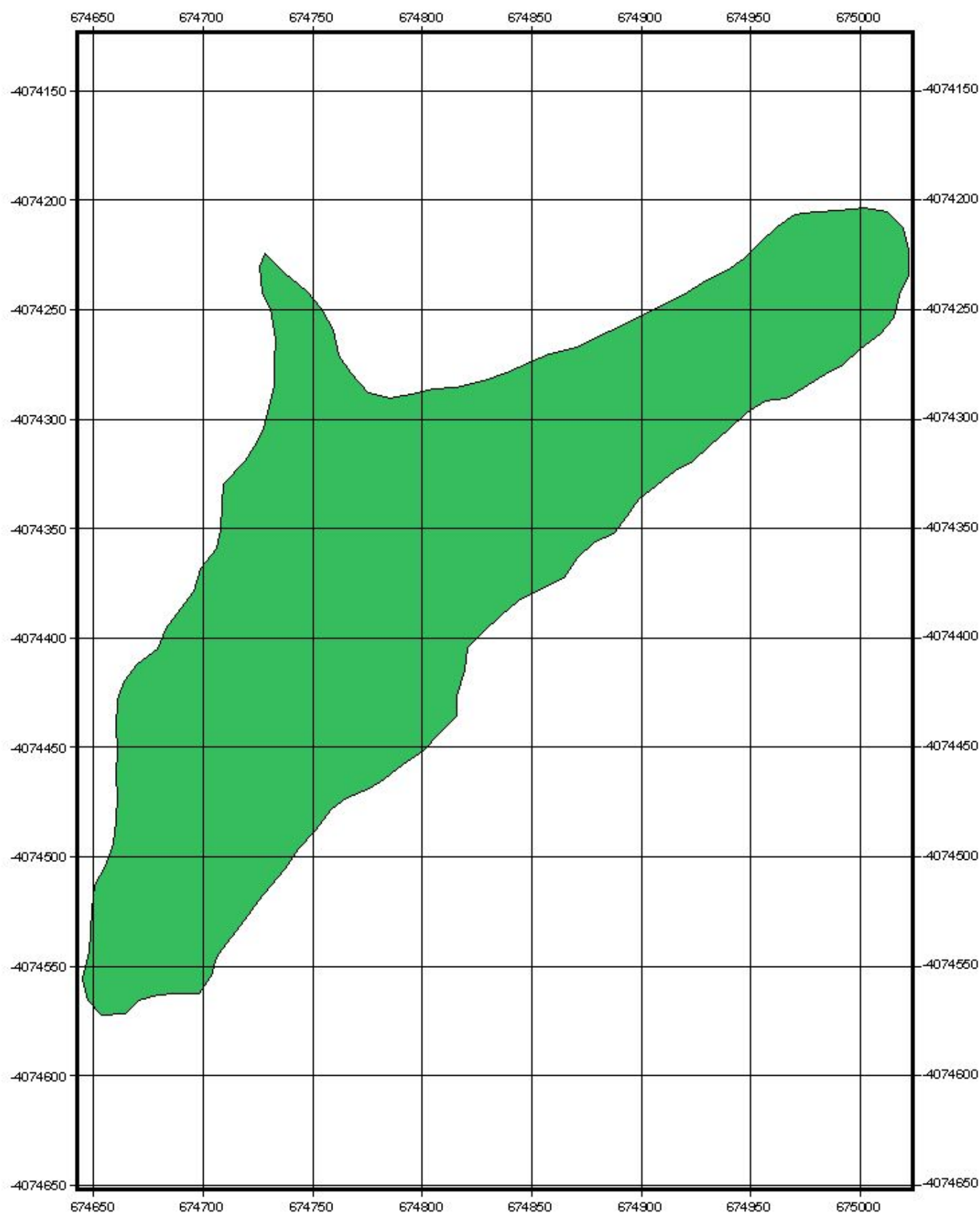
Humedal Laguna Los Patos
Escala 1:700



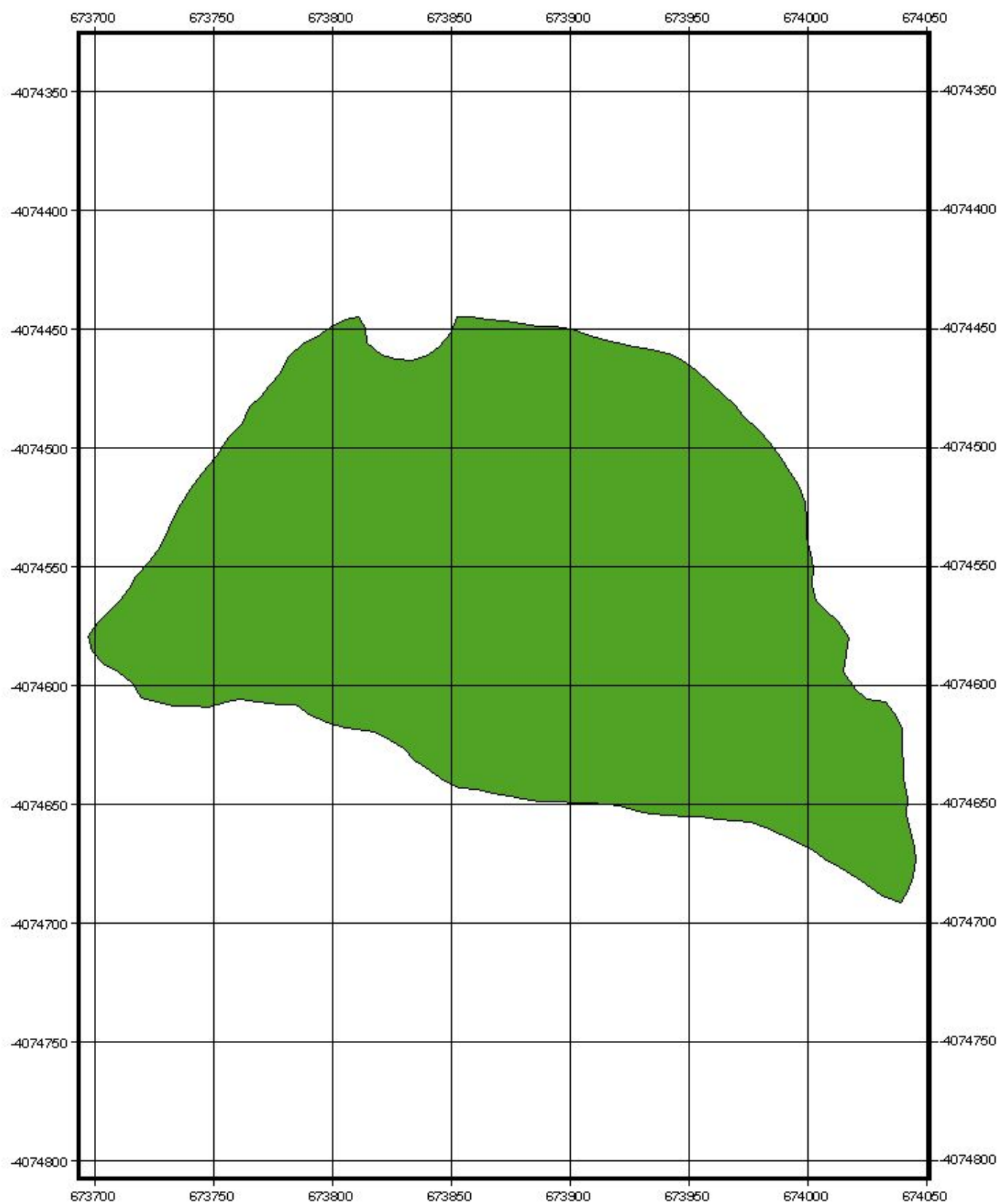
Humedal Laguna Lo Custodio
ESCALA 1 :1000



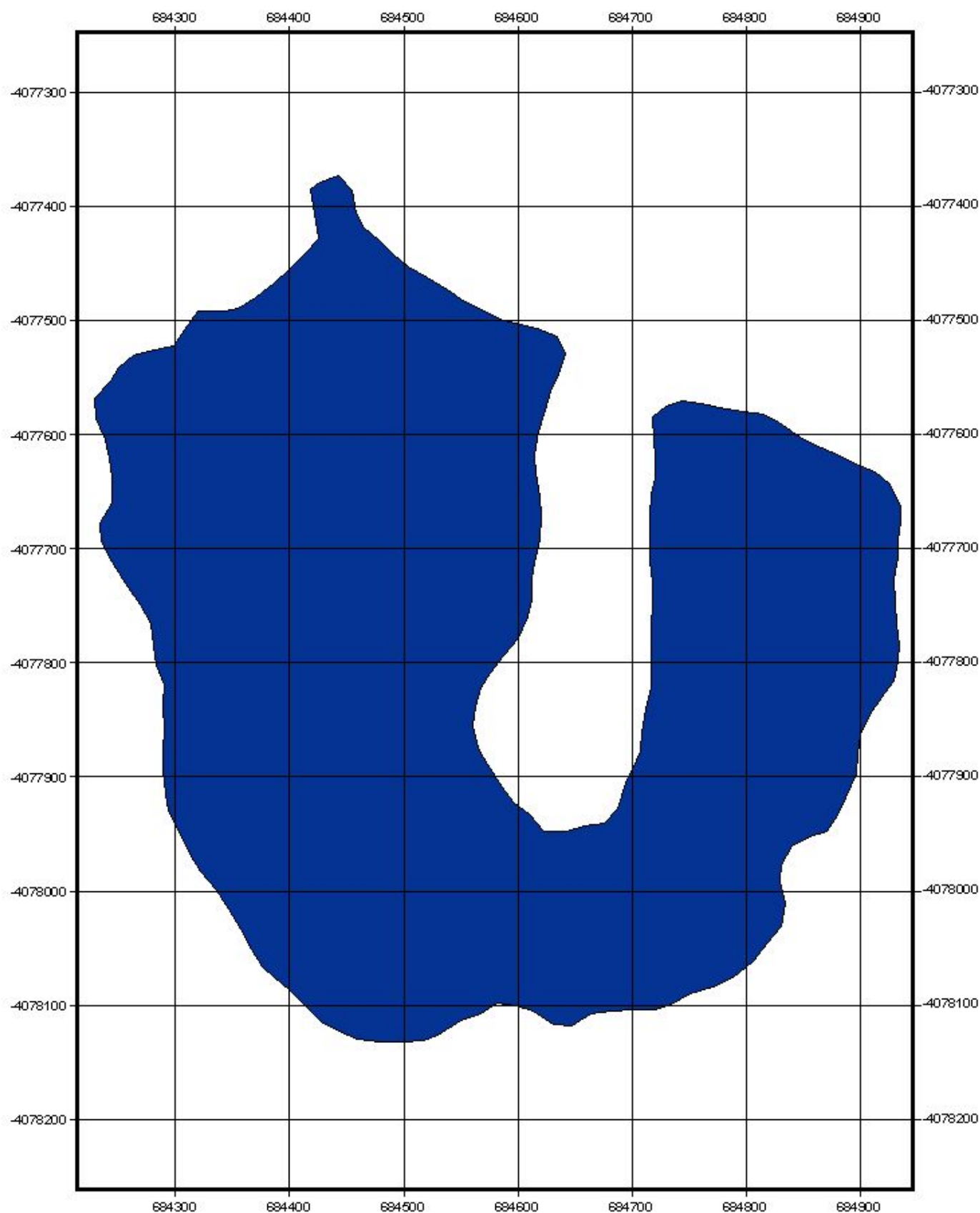
Humedal Lagna Lo Galindo
ESCALA 1:3000



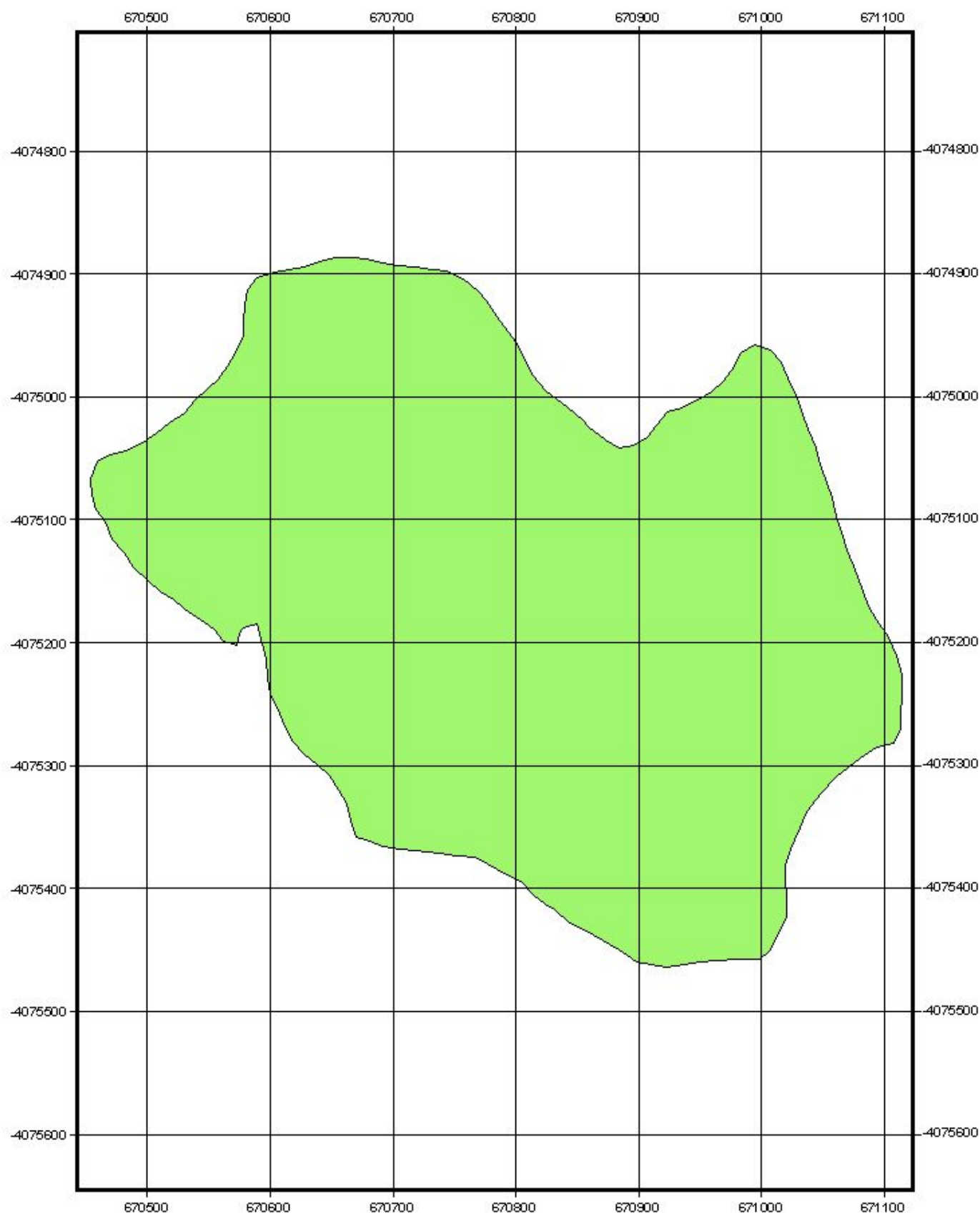
Humedal Laguna Lo Mendez
ESCALA 1:2000



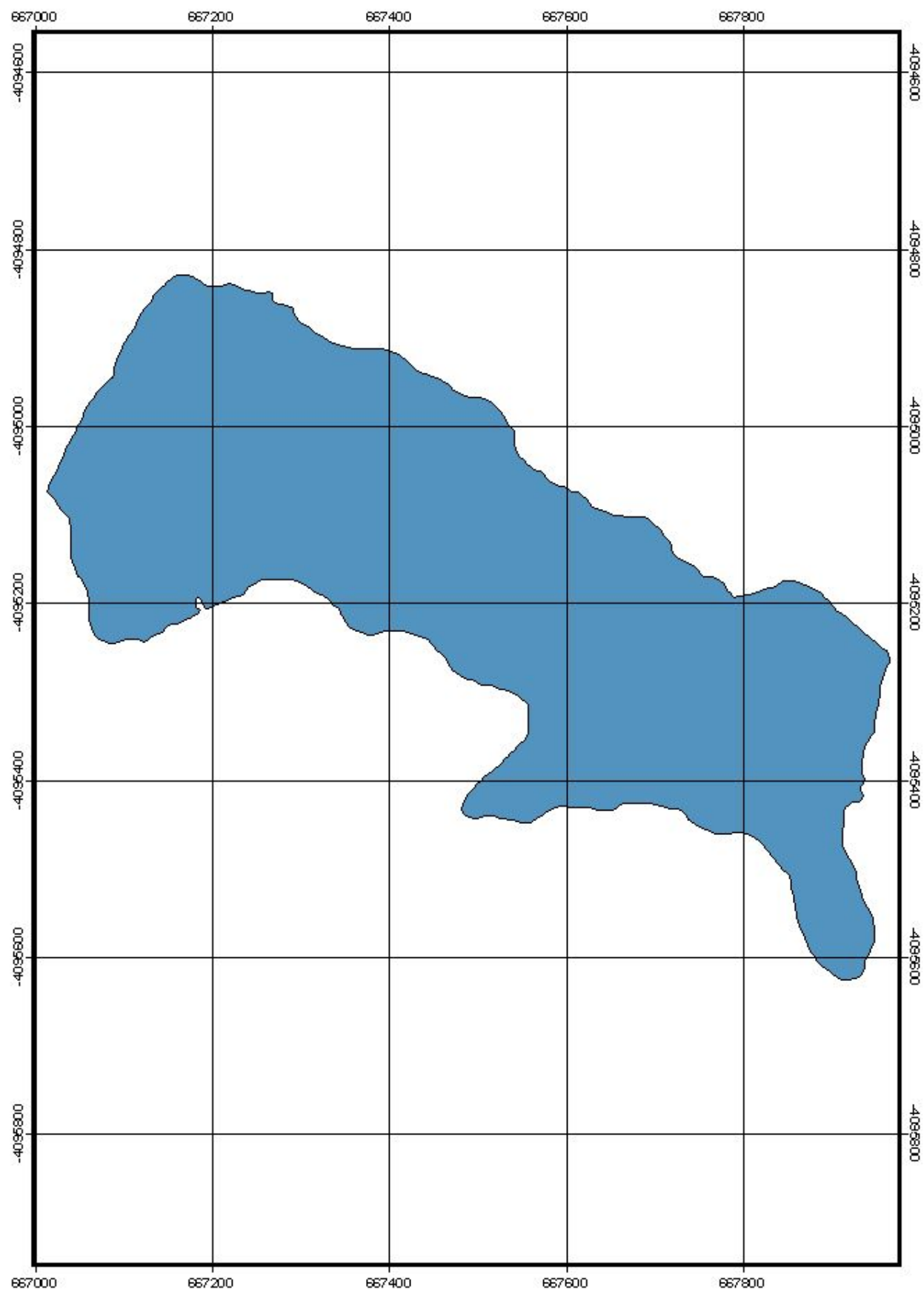
Humedal Laguna Lo Pineda
ESCALA 1:5000



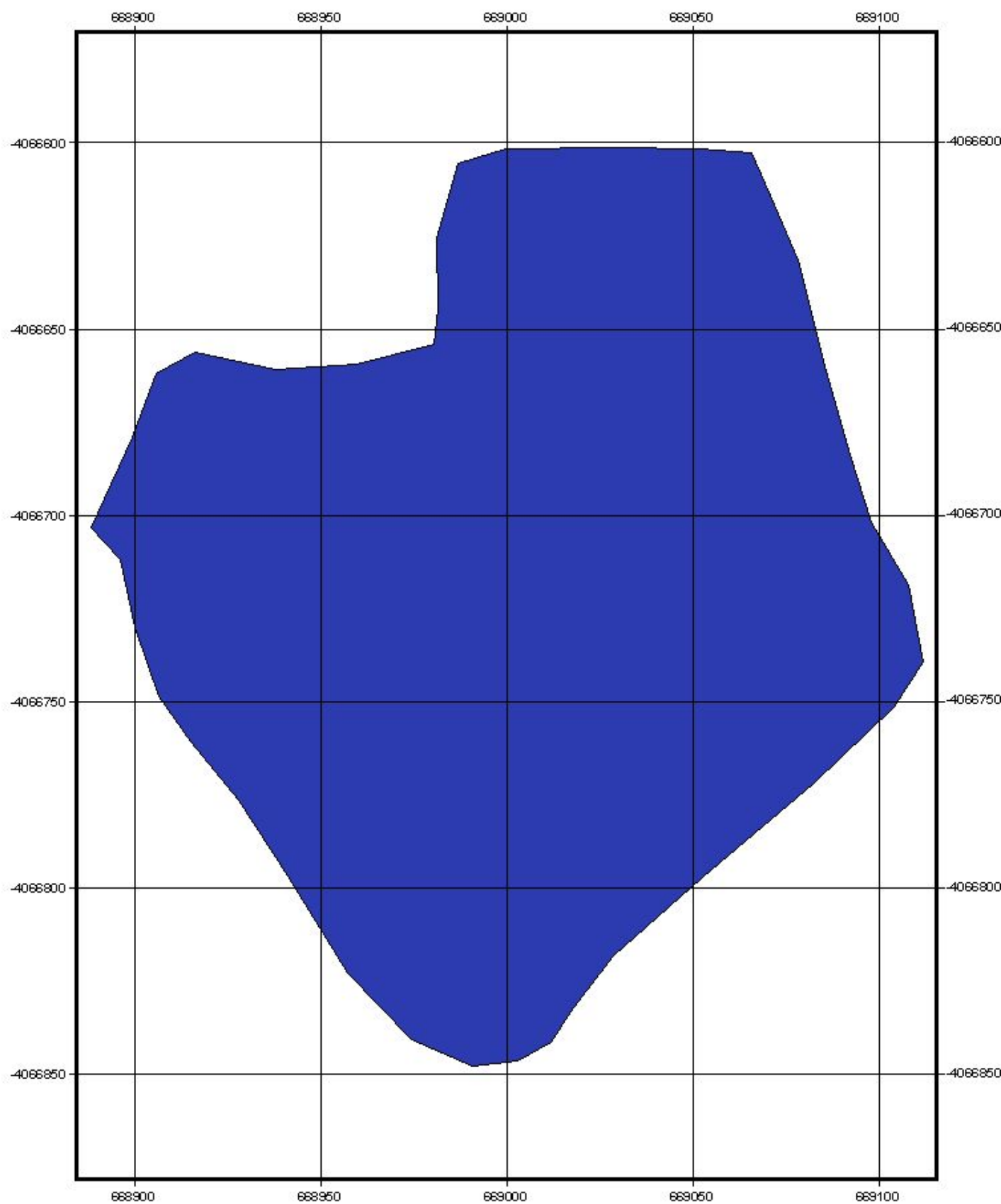
Humedal Laguna Price
ESCALA 1: 4000



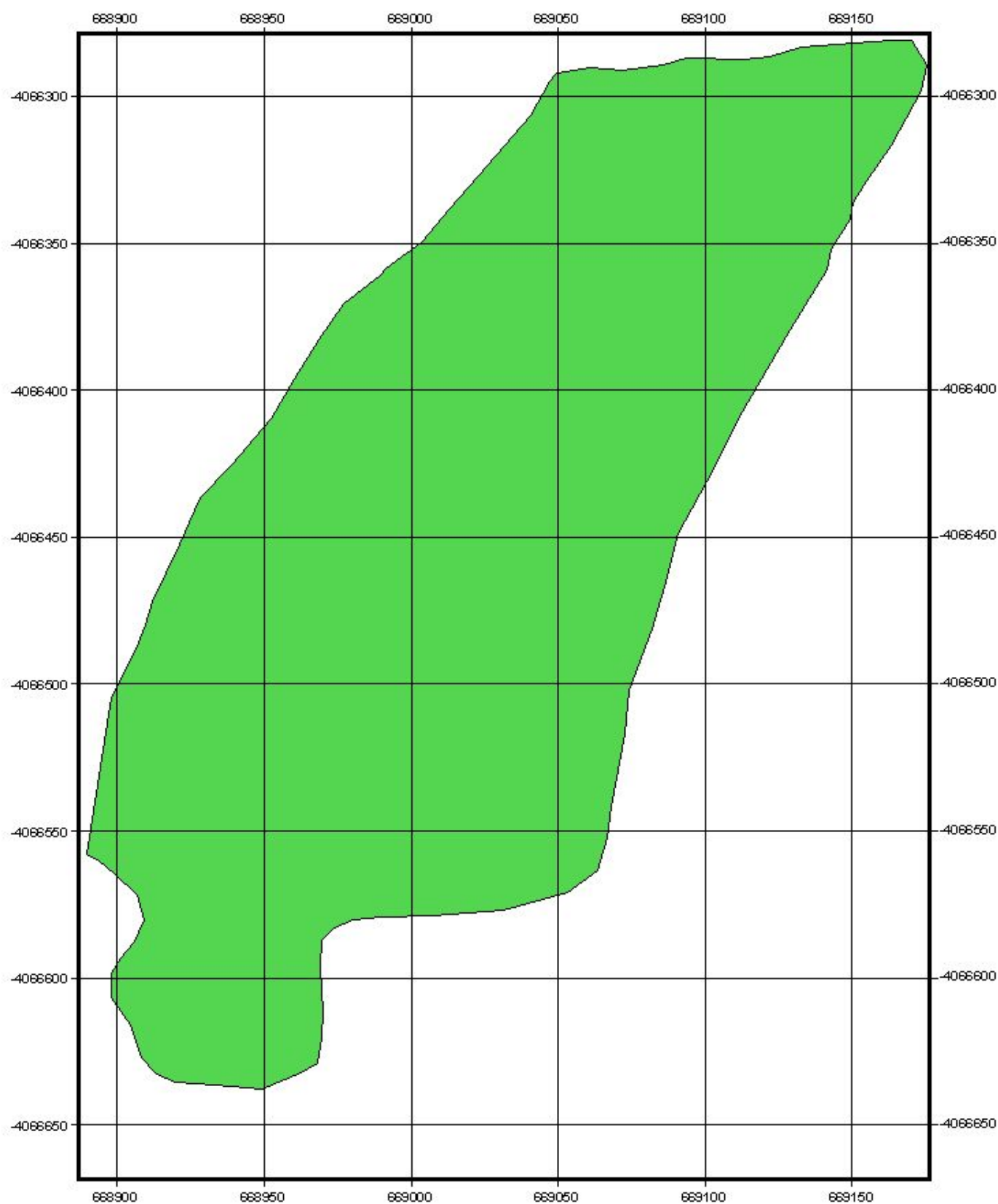
Humedal Laguna Quiñenco
ESCALA 1:6000



Humedal Laguna Recamo
ESCALA 1:2000

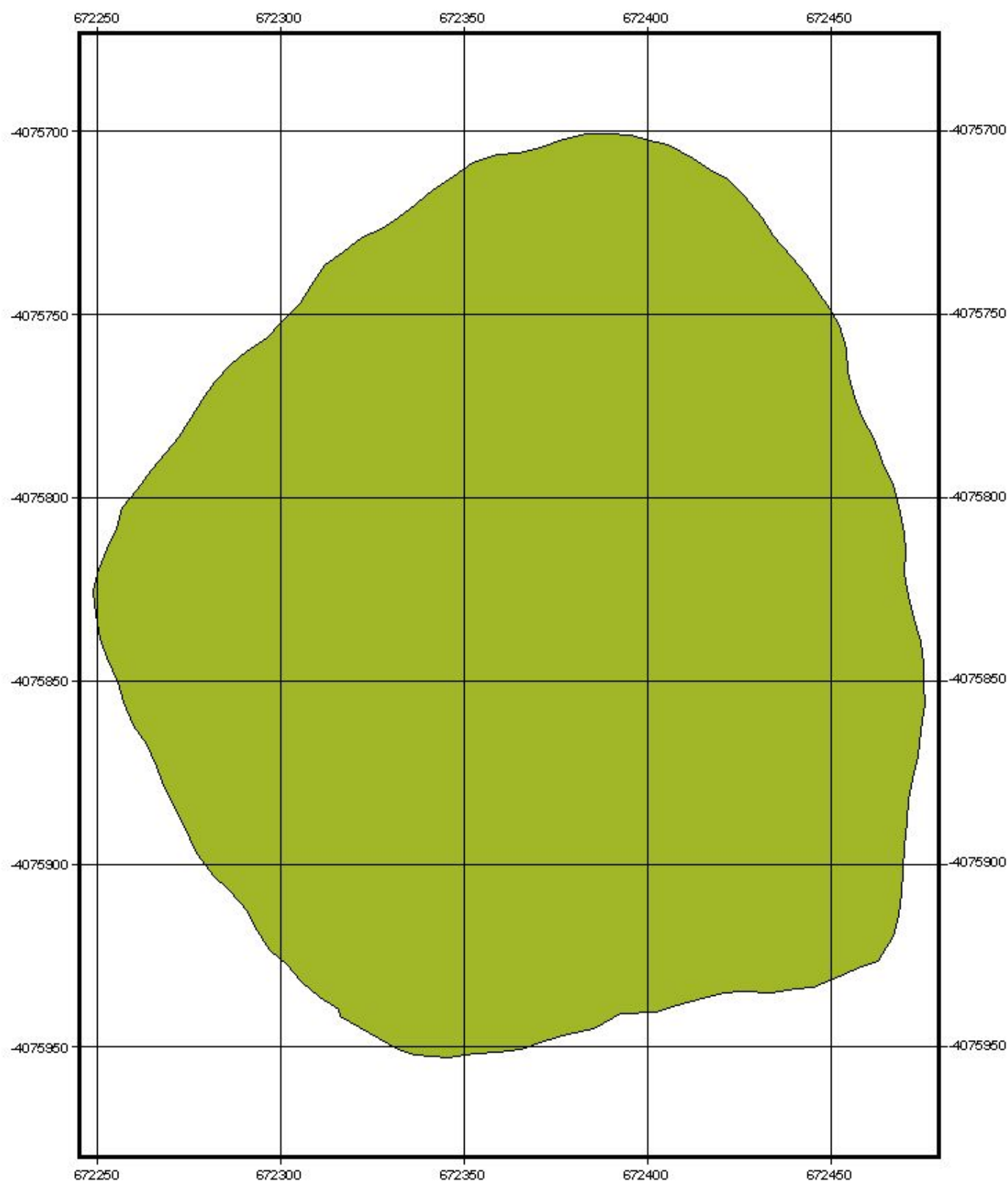


Humedal Laguna Redacamo
ESCALA 1:2500

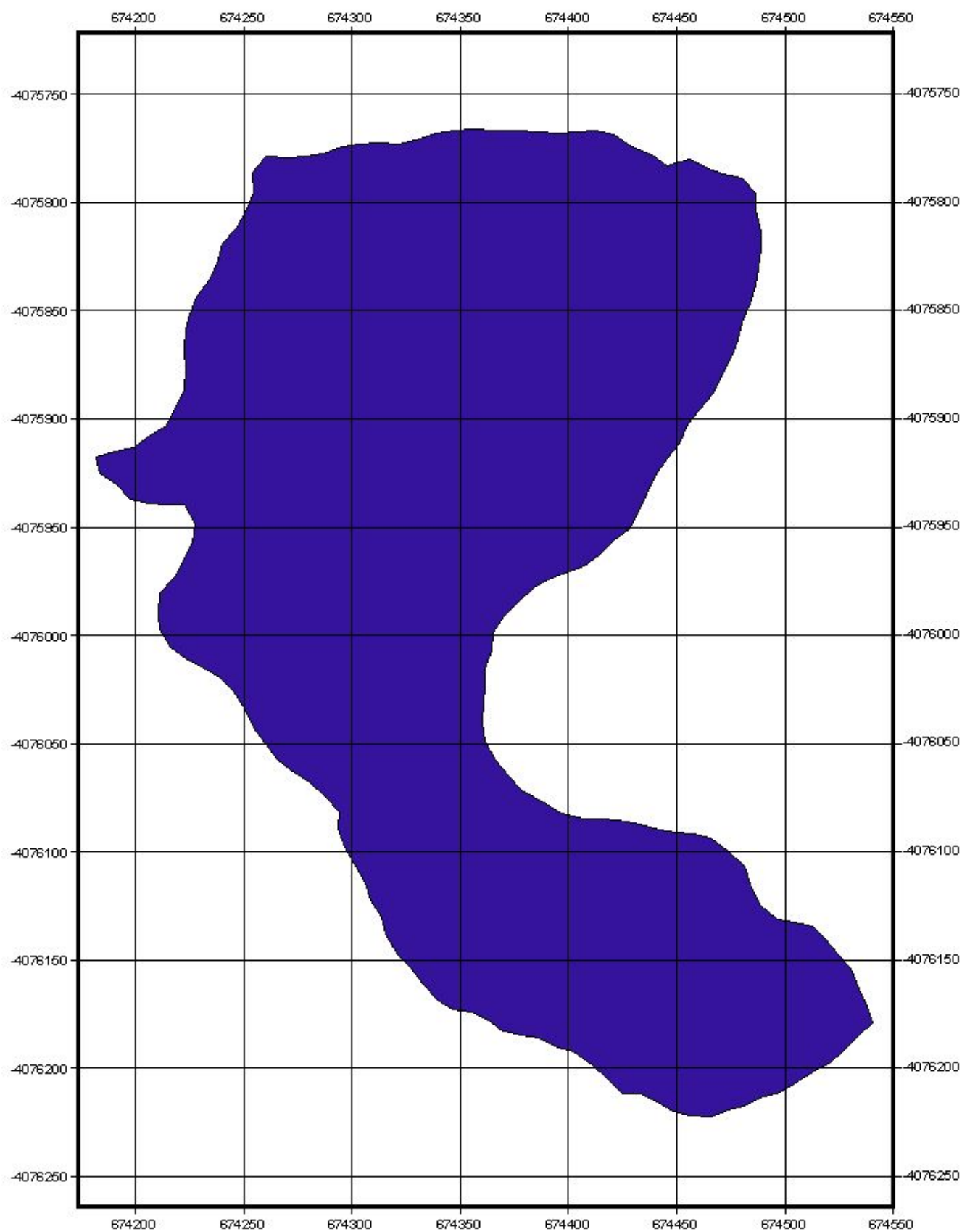


Humdal Laguna Redonda

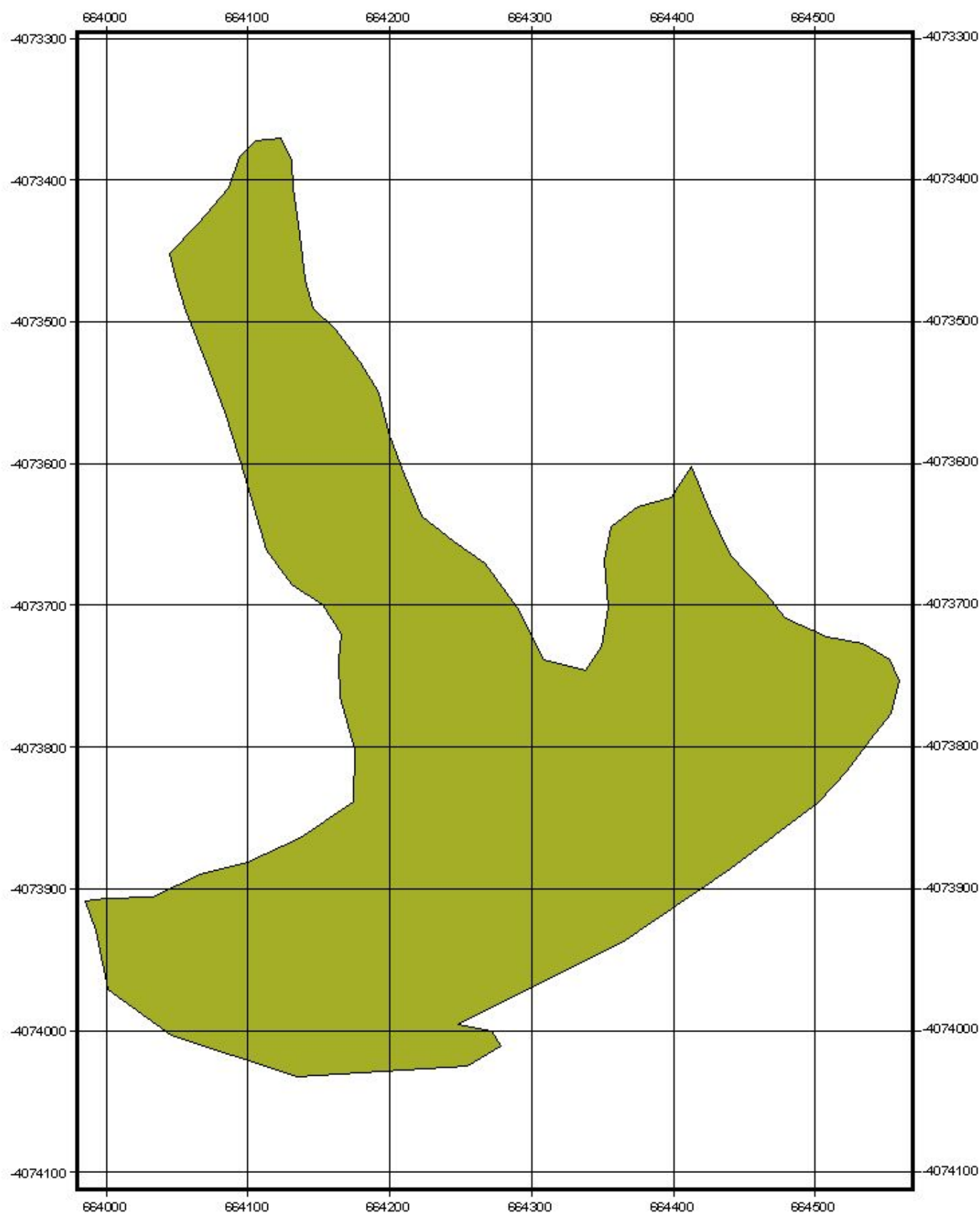
ESCALA 1:2000



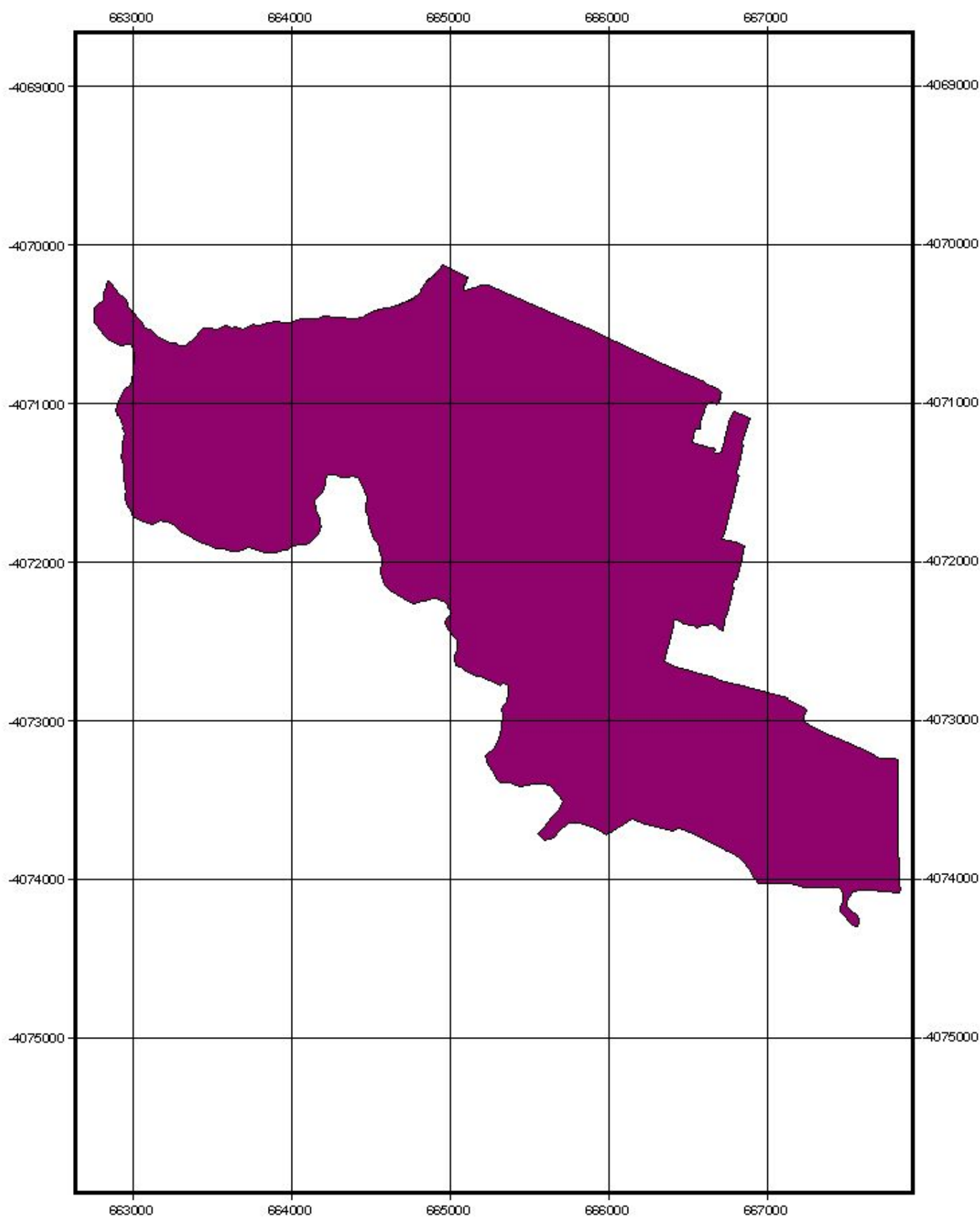
Humadal Laguna Tres Pascualas
ESCALA 1:3000



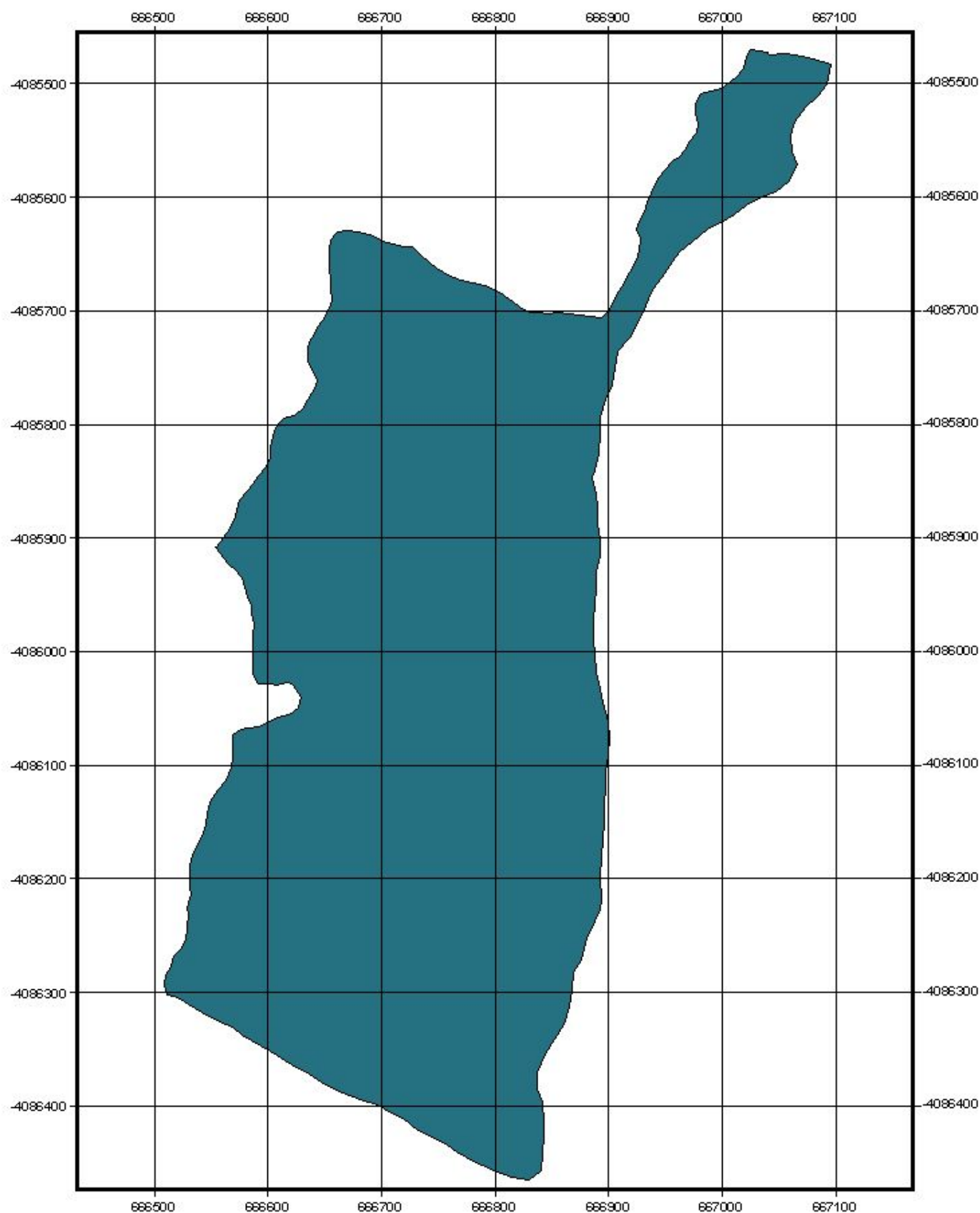
Humedal Laguna Verde
ESCALA 1:5000



Humedal Lenga
ESCALA 1:30000

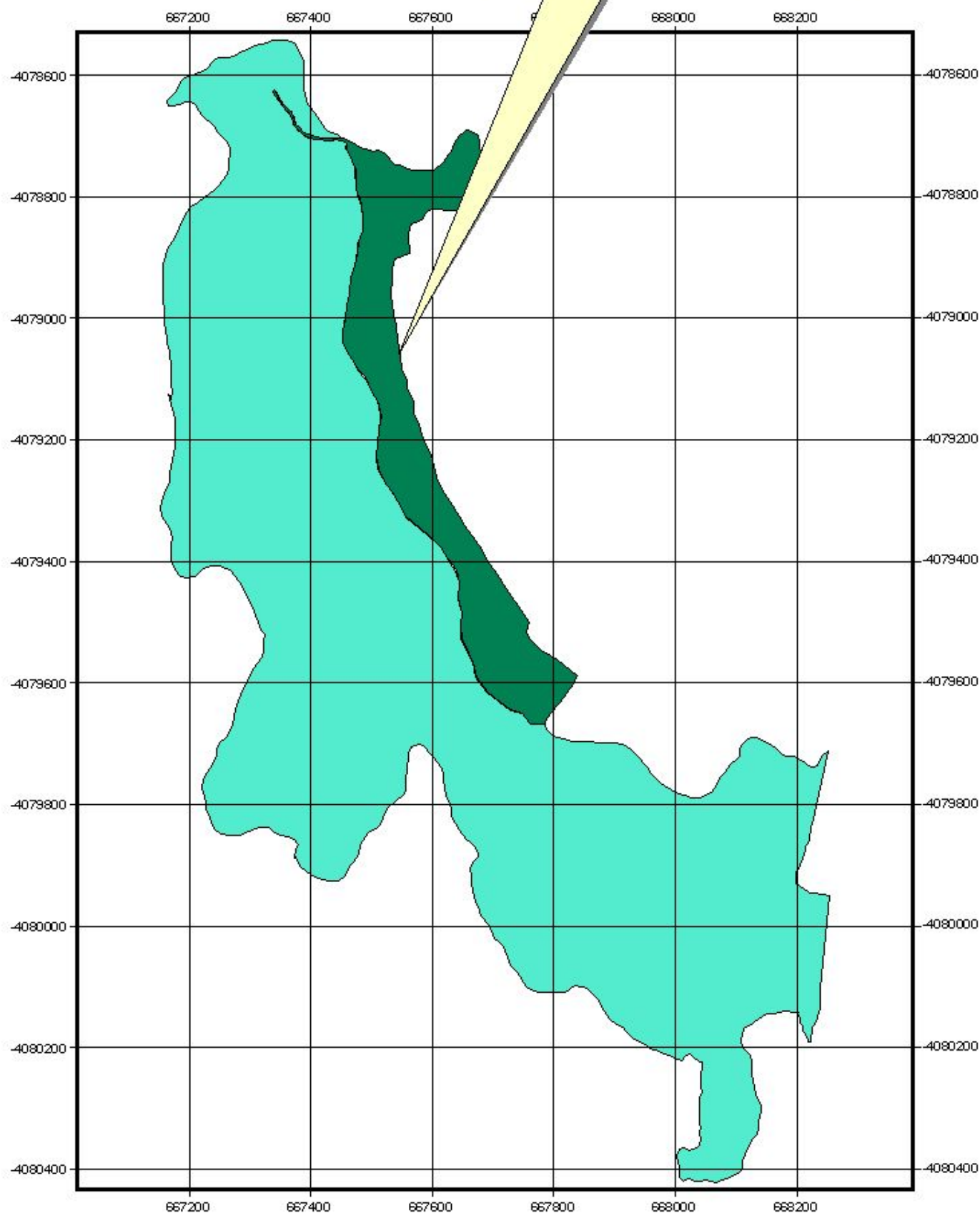


Humedal Lomas Coloradas
ESCALA 1: 7000

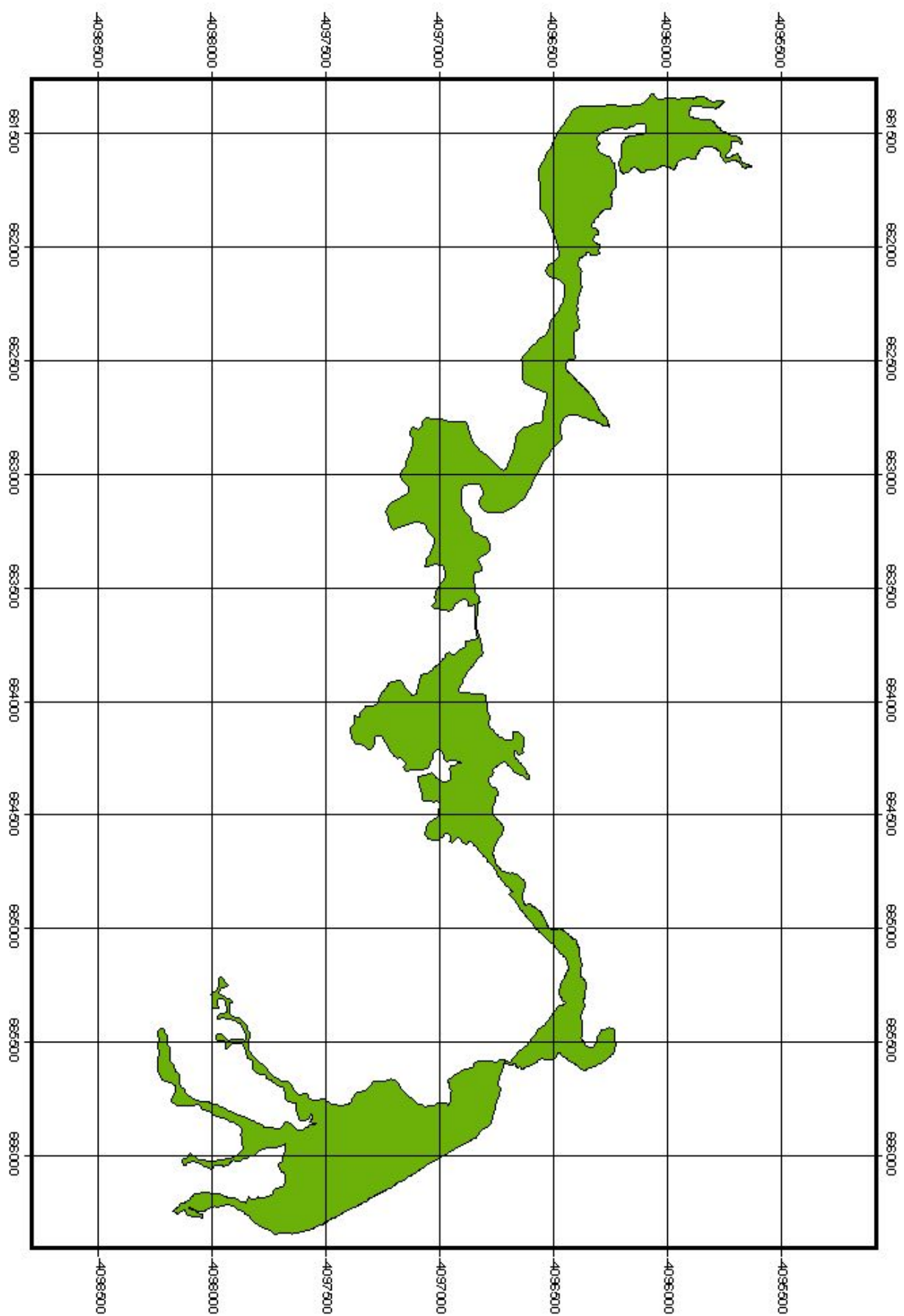


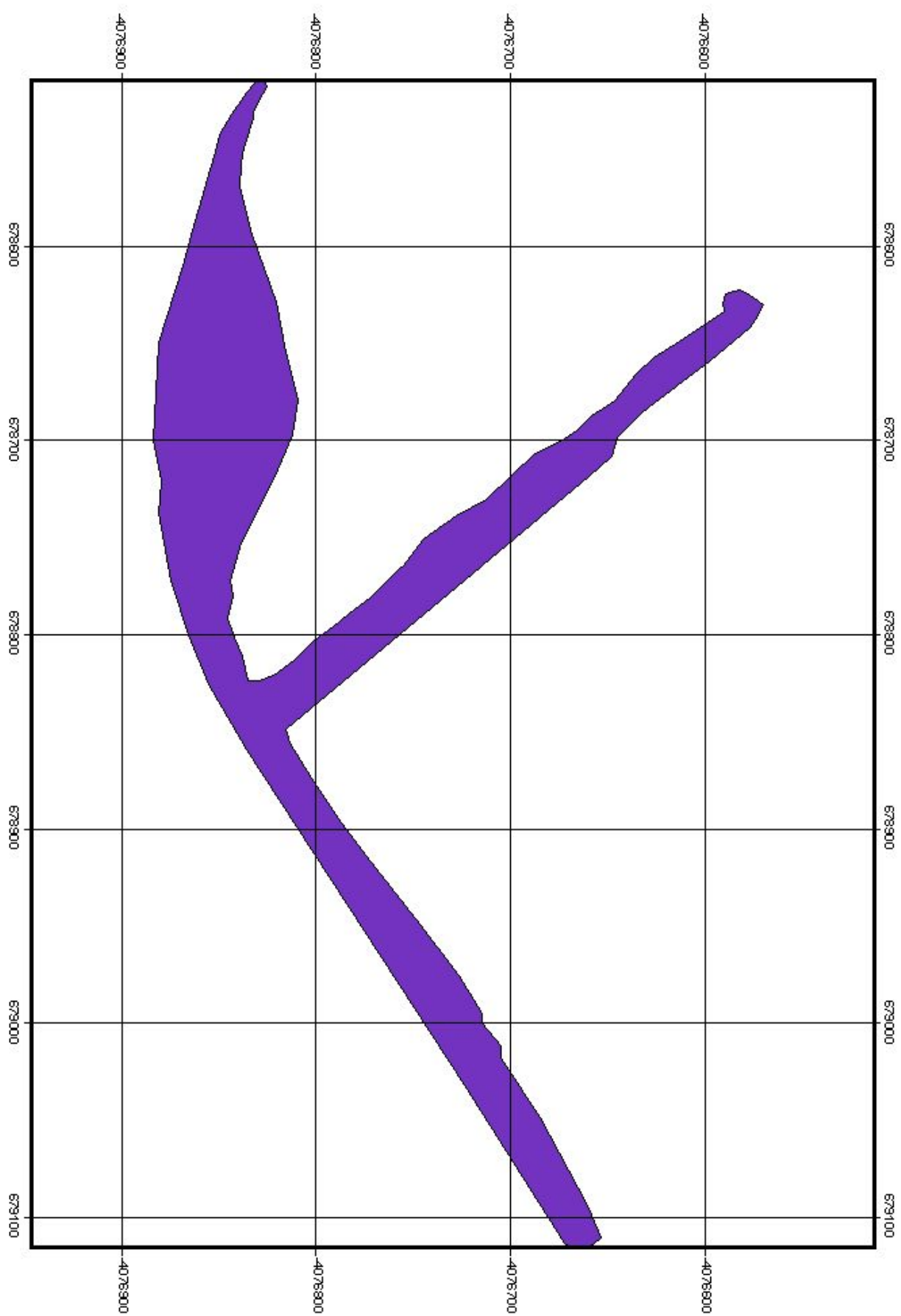
Humedal Los Batros
ESCALA 1:13000

Antigua área de Humedal
Actual Relleno para Construcción

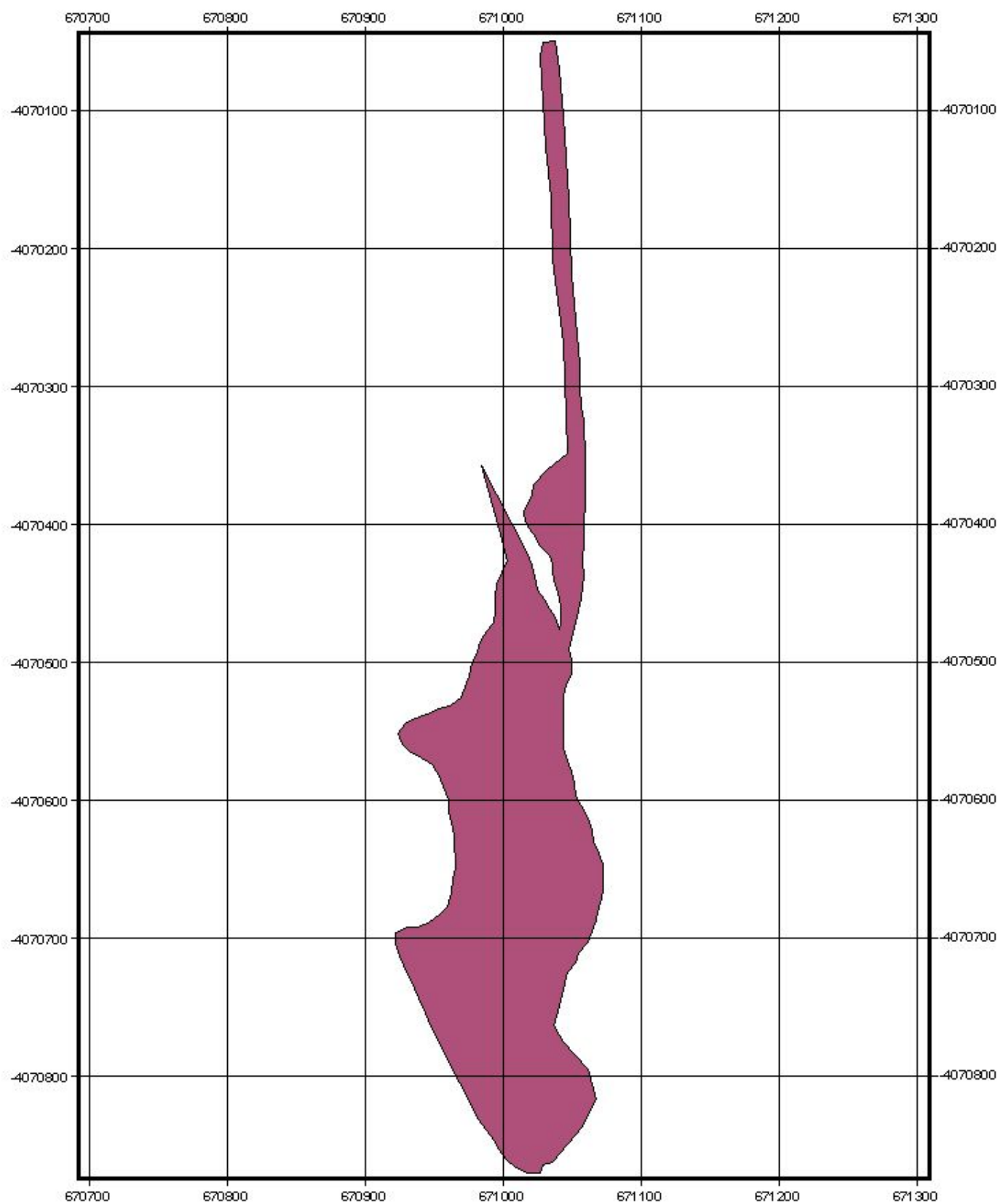


Humedal Maule
ESCALA 1:20000

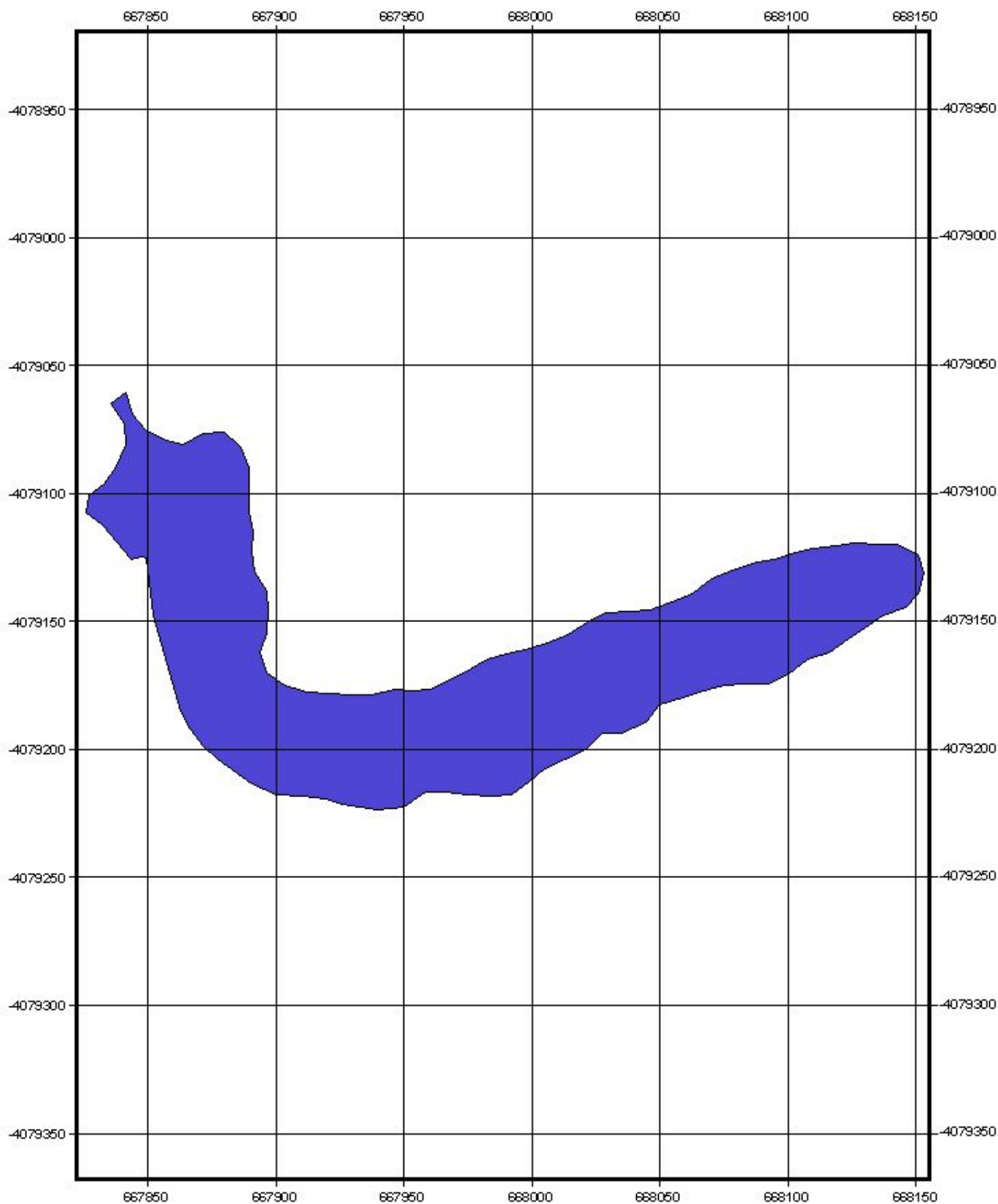


Humedal Palomares
ESCALA 1:2000

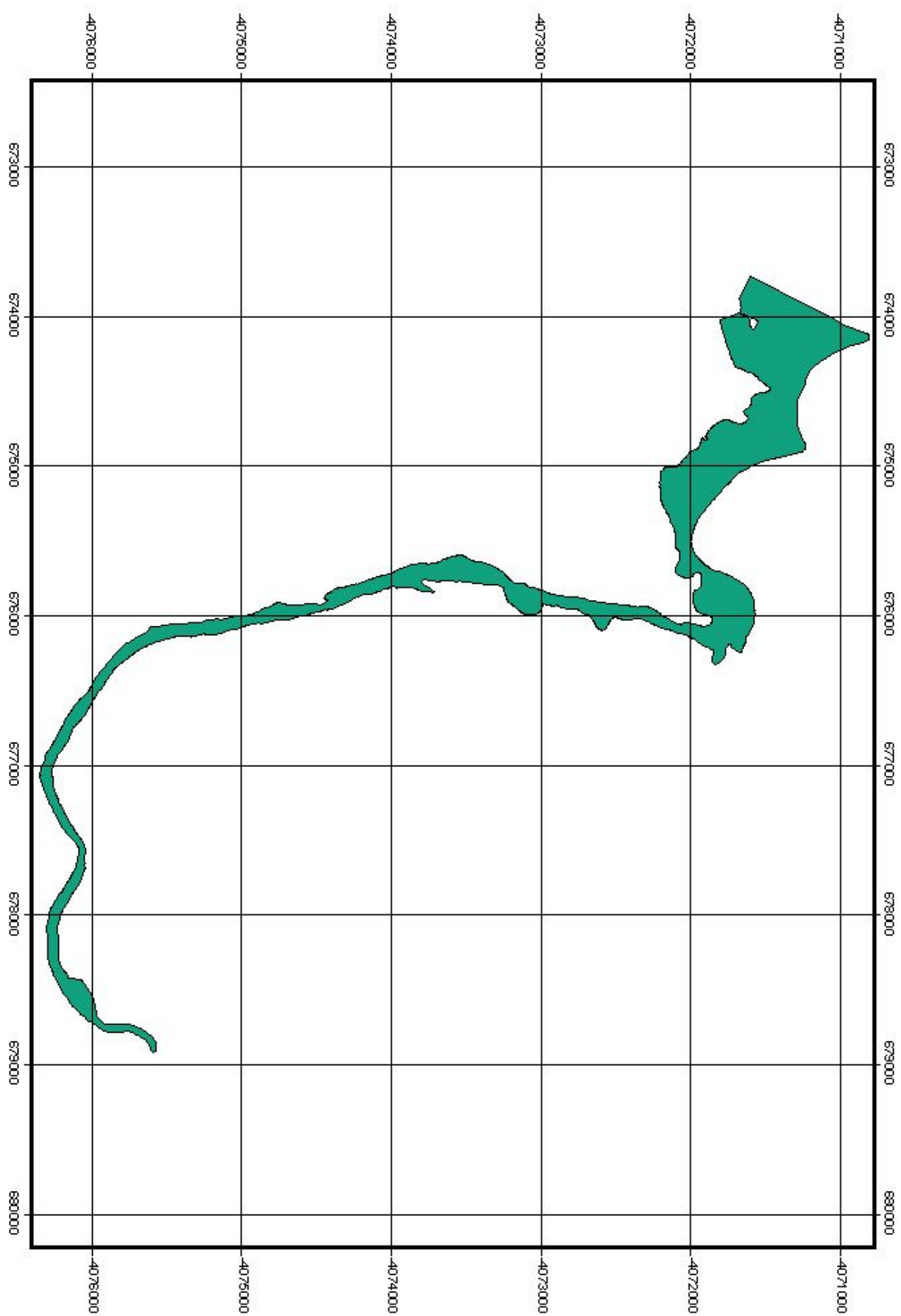
Humedal Perales
ESCALA 1:6000



Humedal Portal de San Pedro
Escala 1:2000

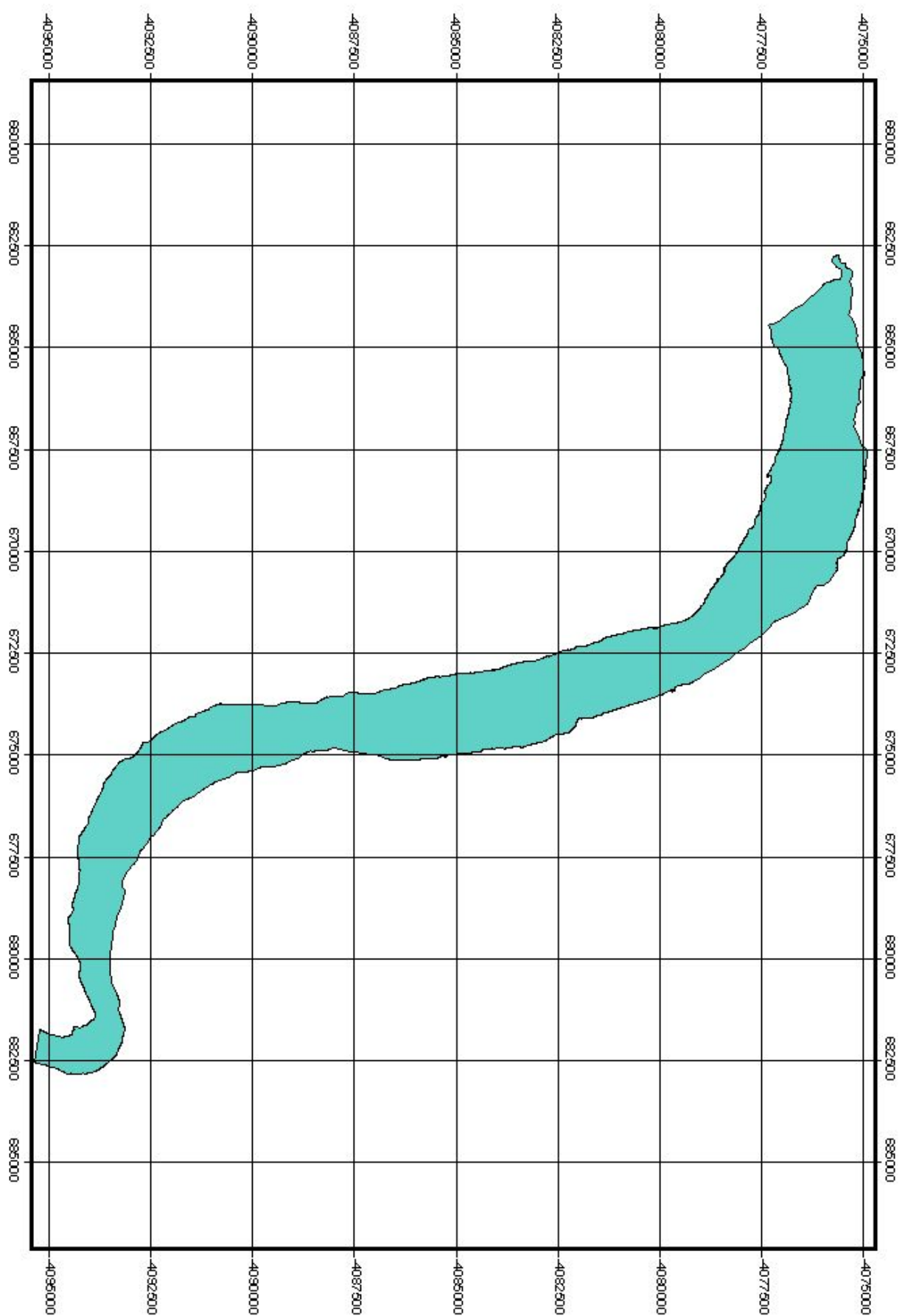


Humedal Río Andalién
ESCALA 1:40000

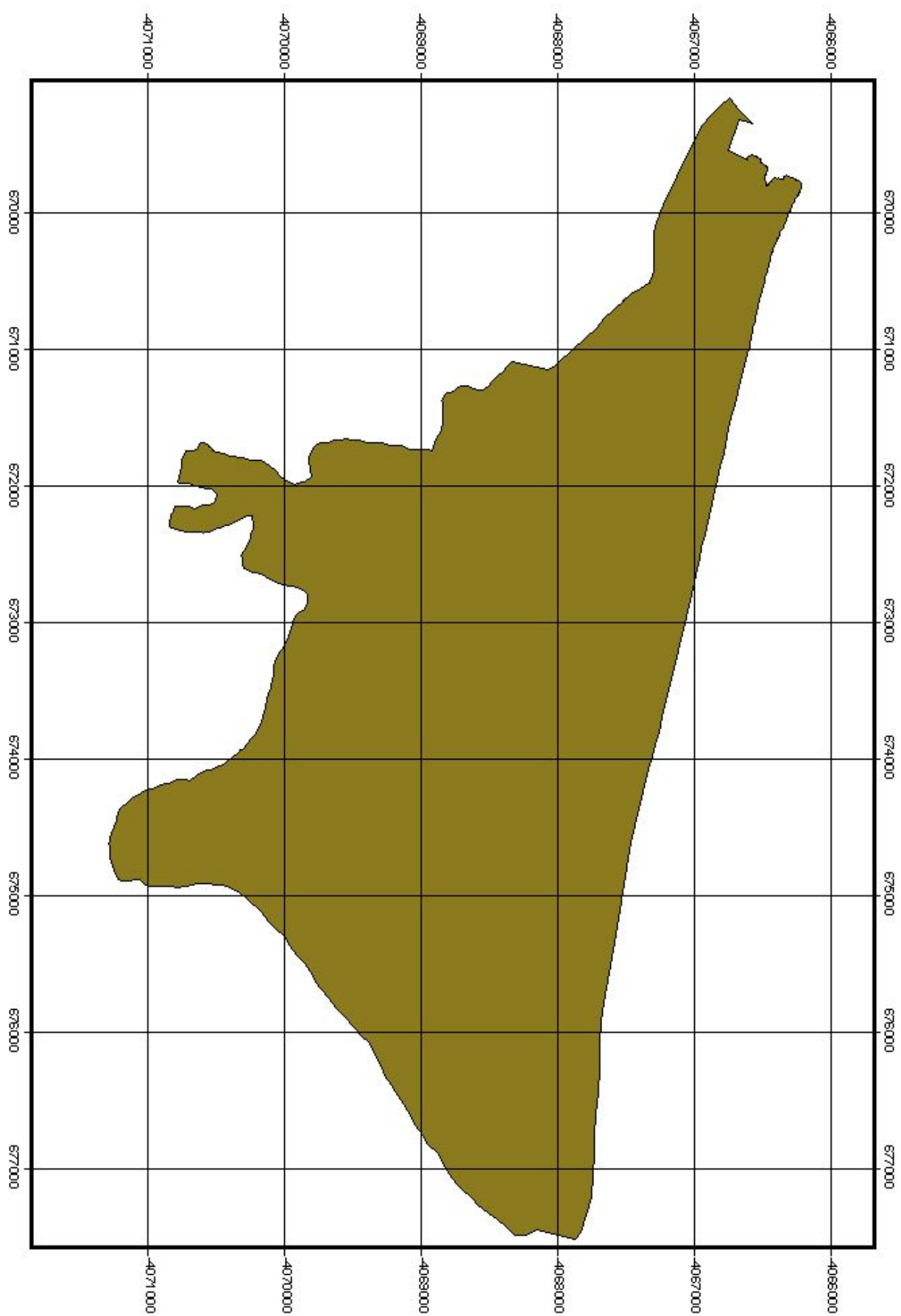


Humedal Rio Biobío

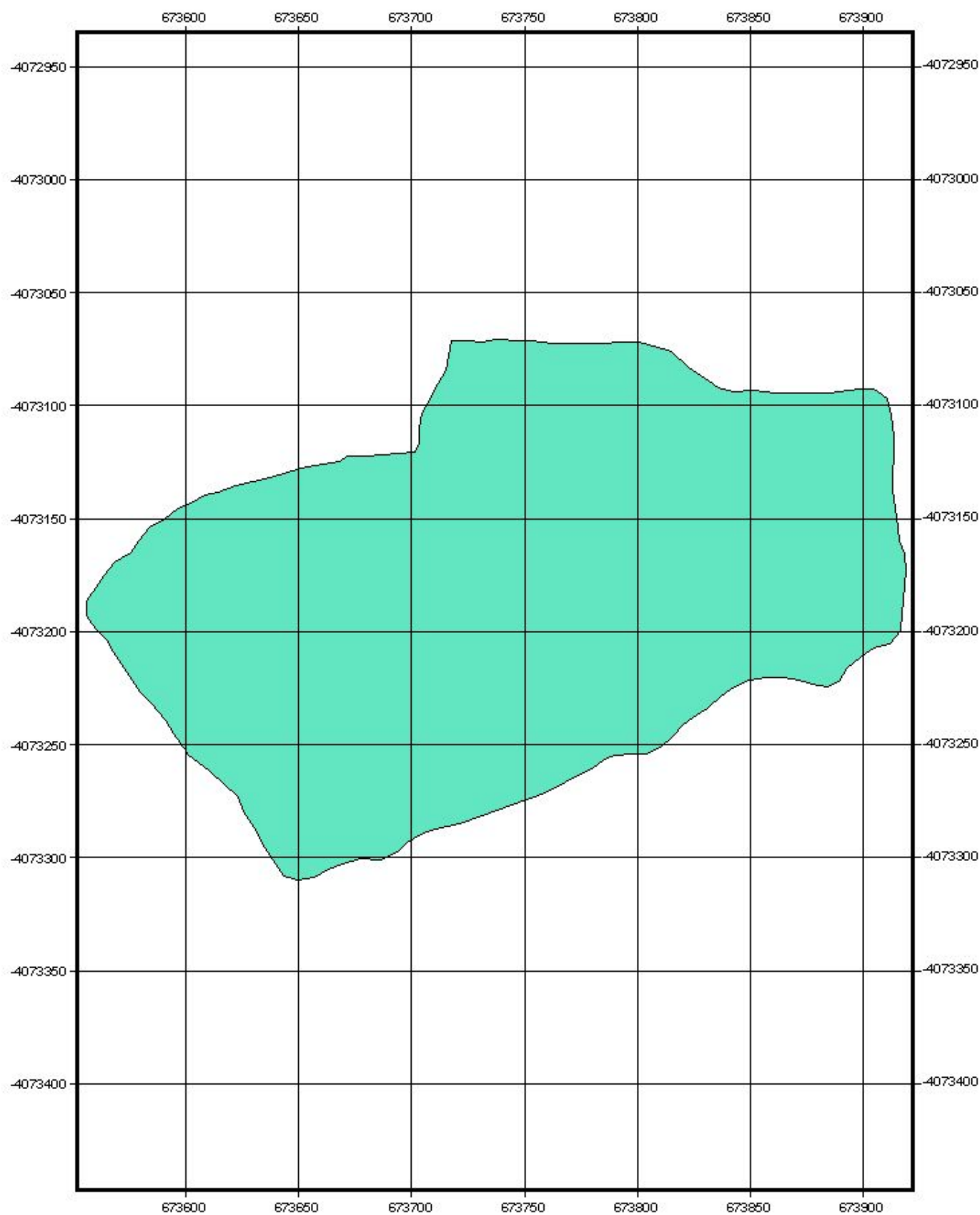
Escala 1:140000



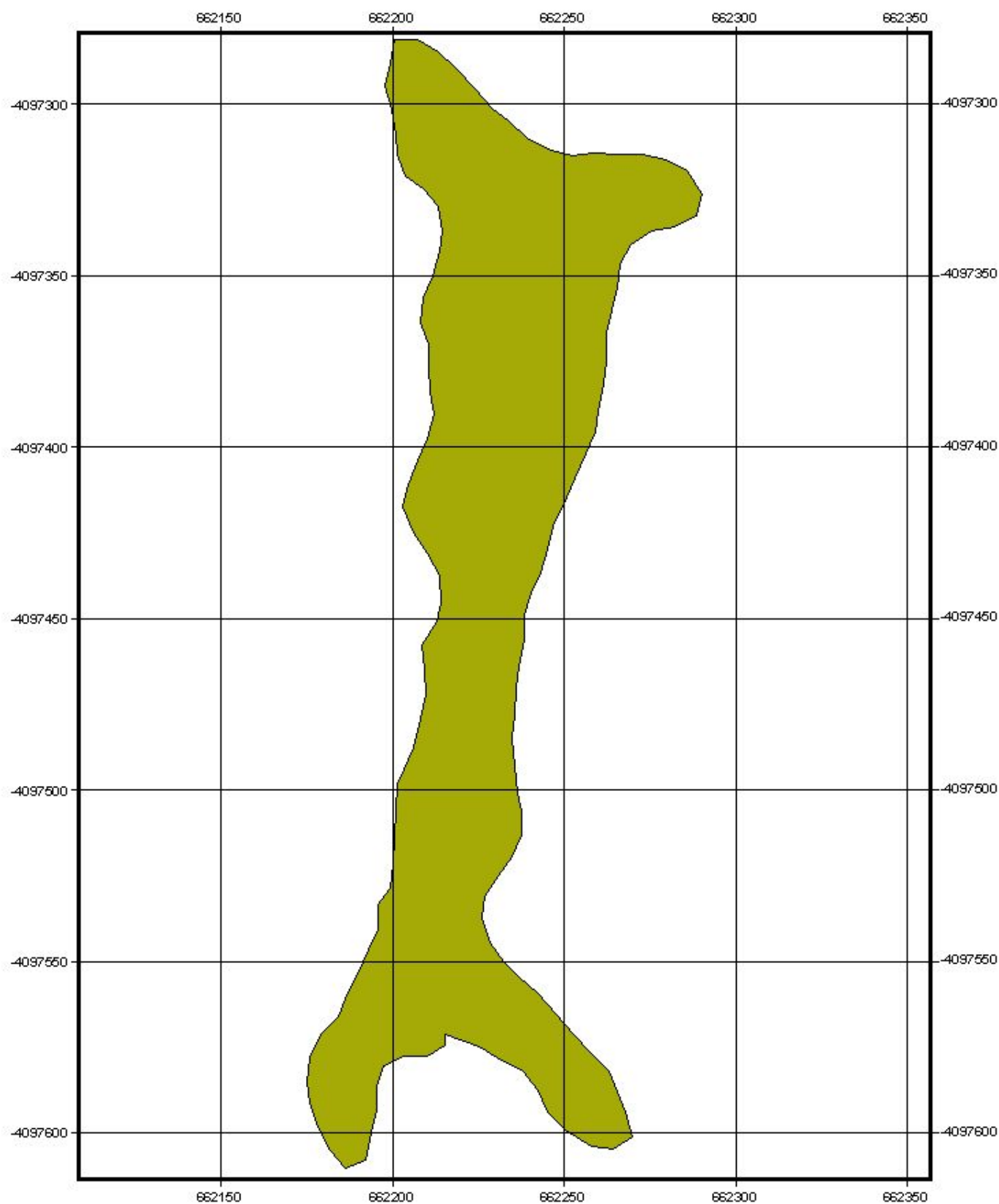
Humedal Rocuant-Andalién
ESCALA 1:35000



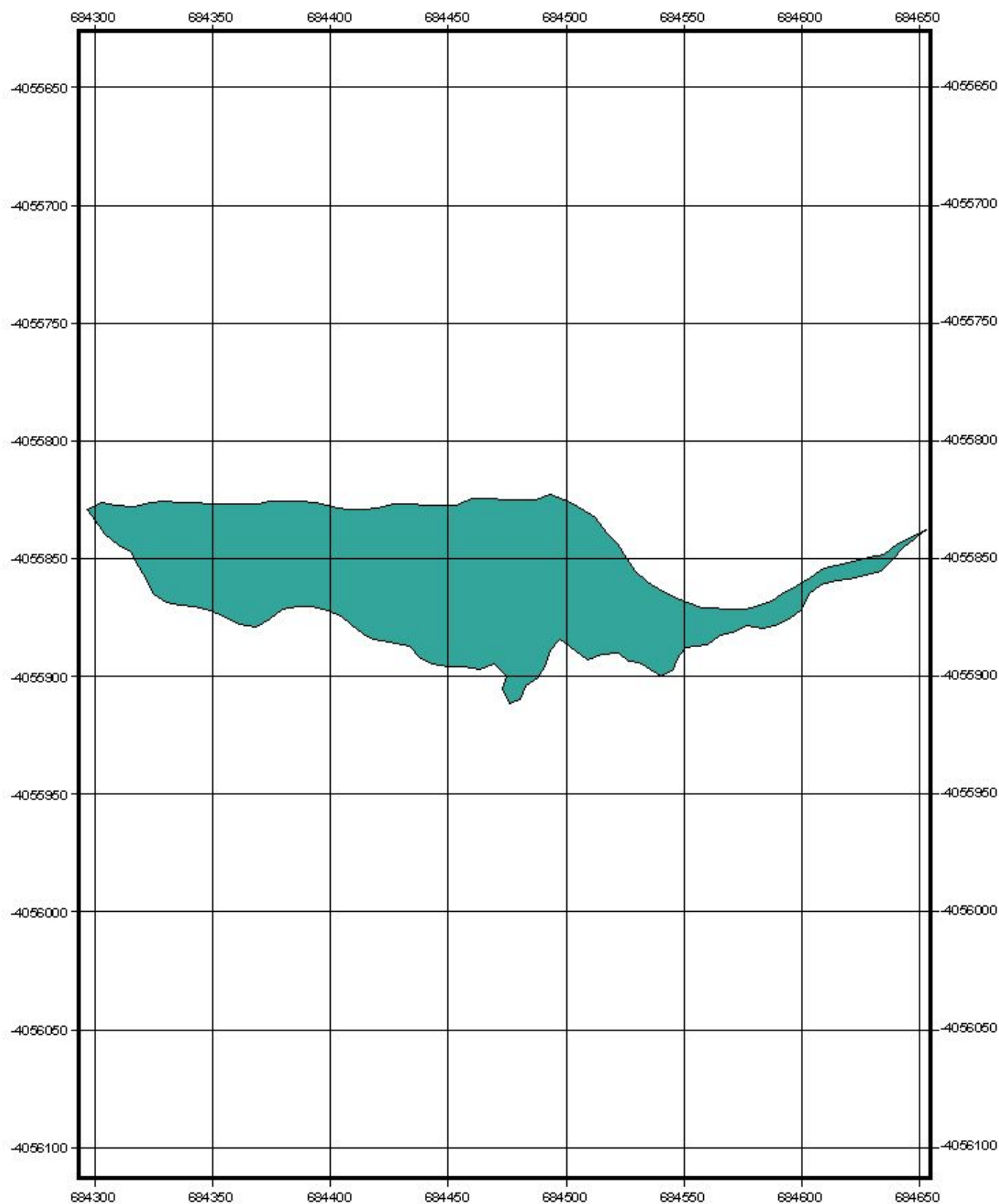
Humedal San Andrés
ESCALA 1:2000



Huemdal Schwager
ESCALA 1:3000

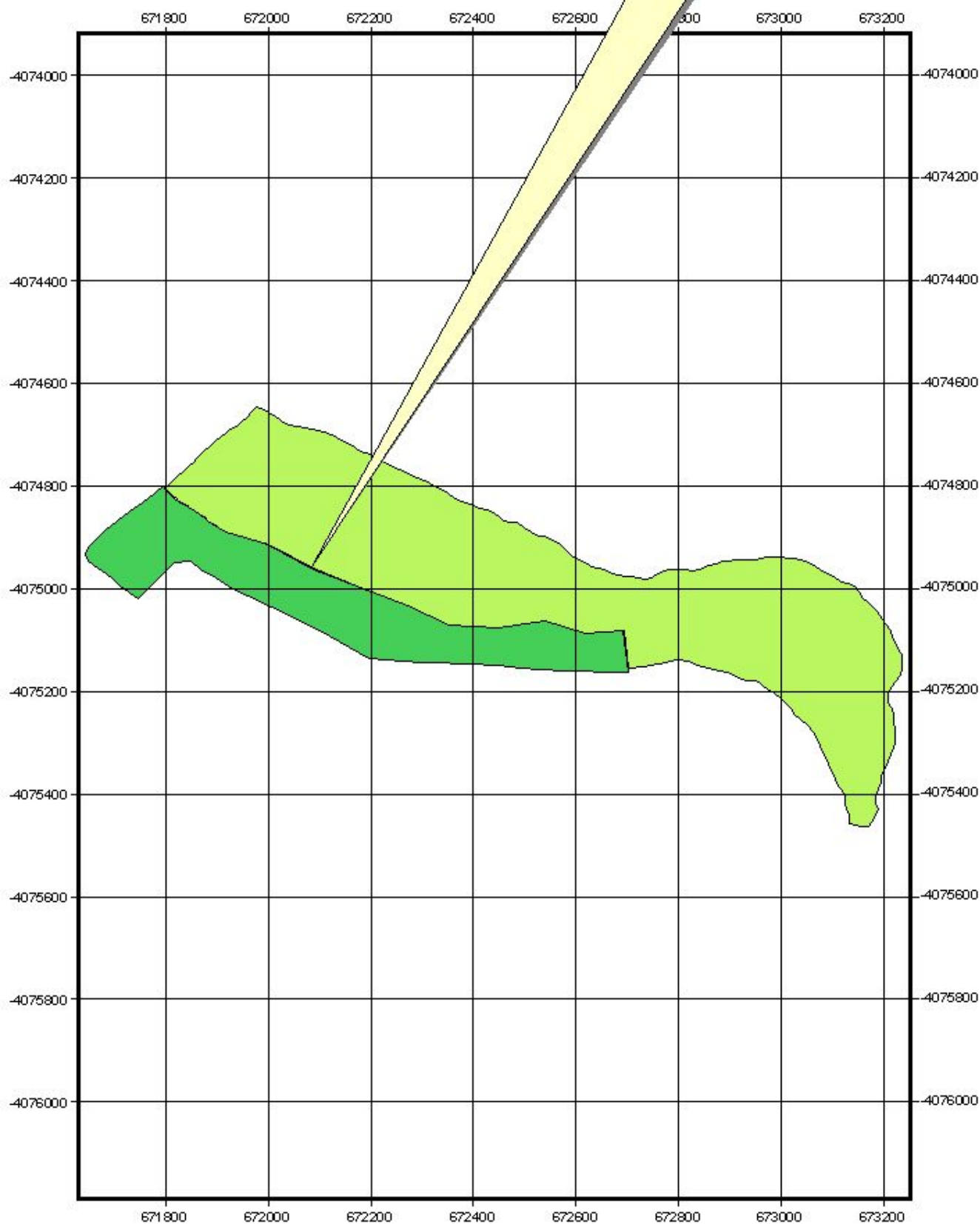


Humedal Tranque de Tomé
ESCALA 1:1500

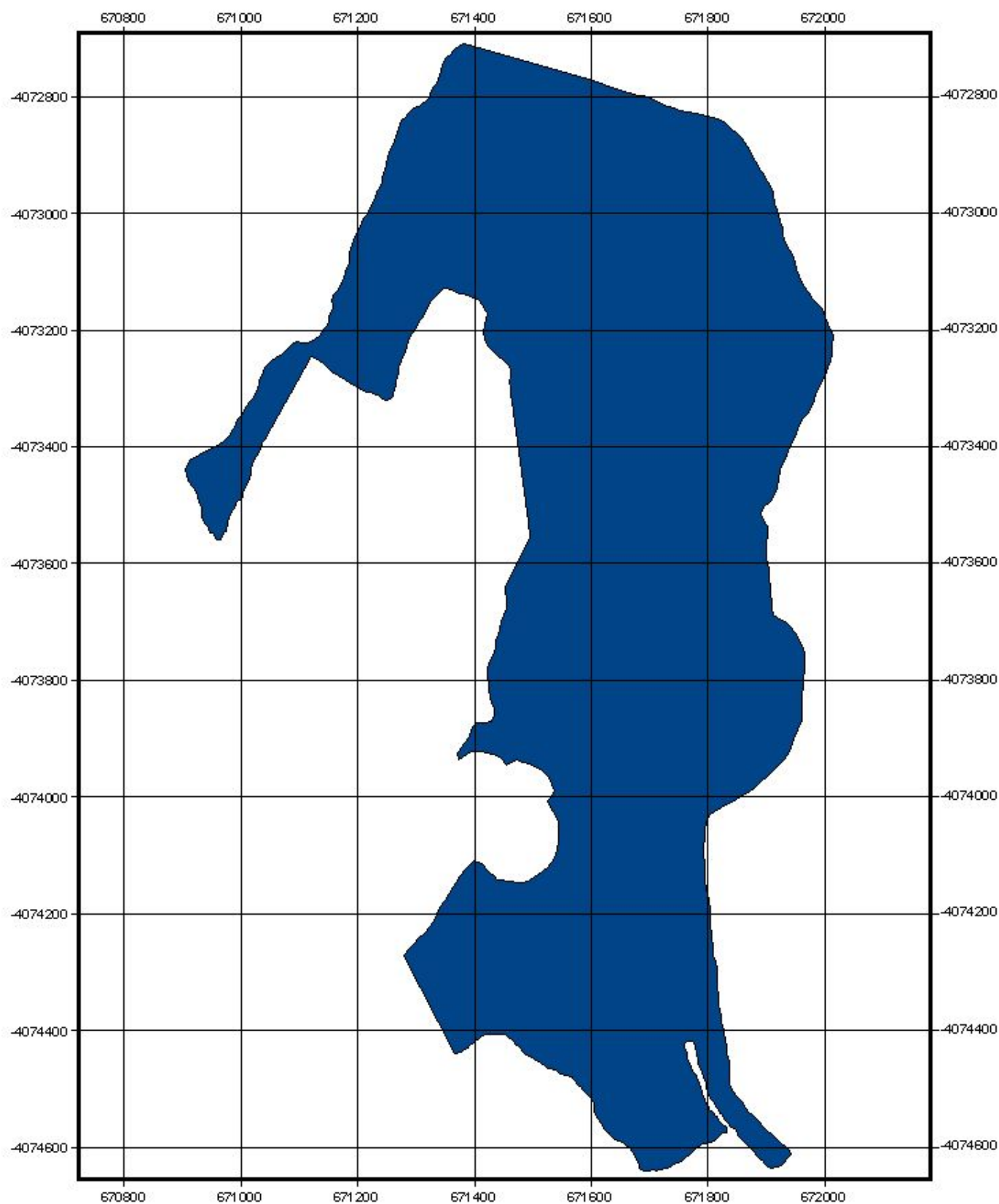


Humedal Tucapel Bajo-Paicavi
ESCALA 1:8000

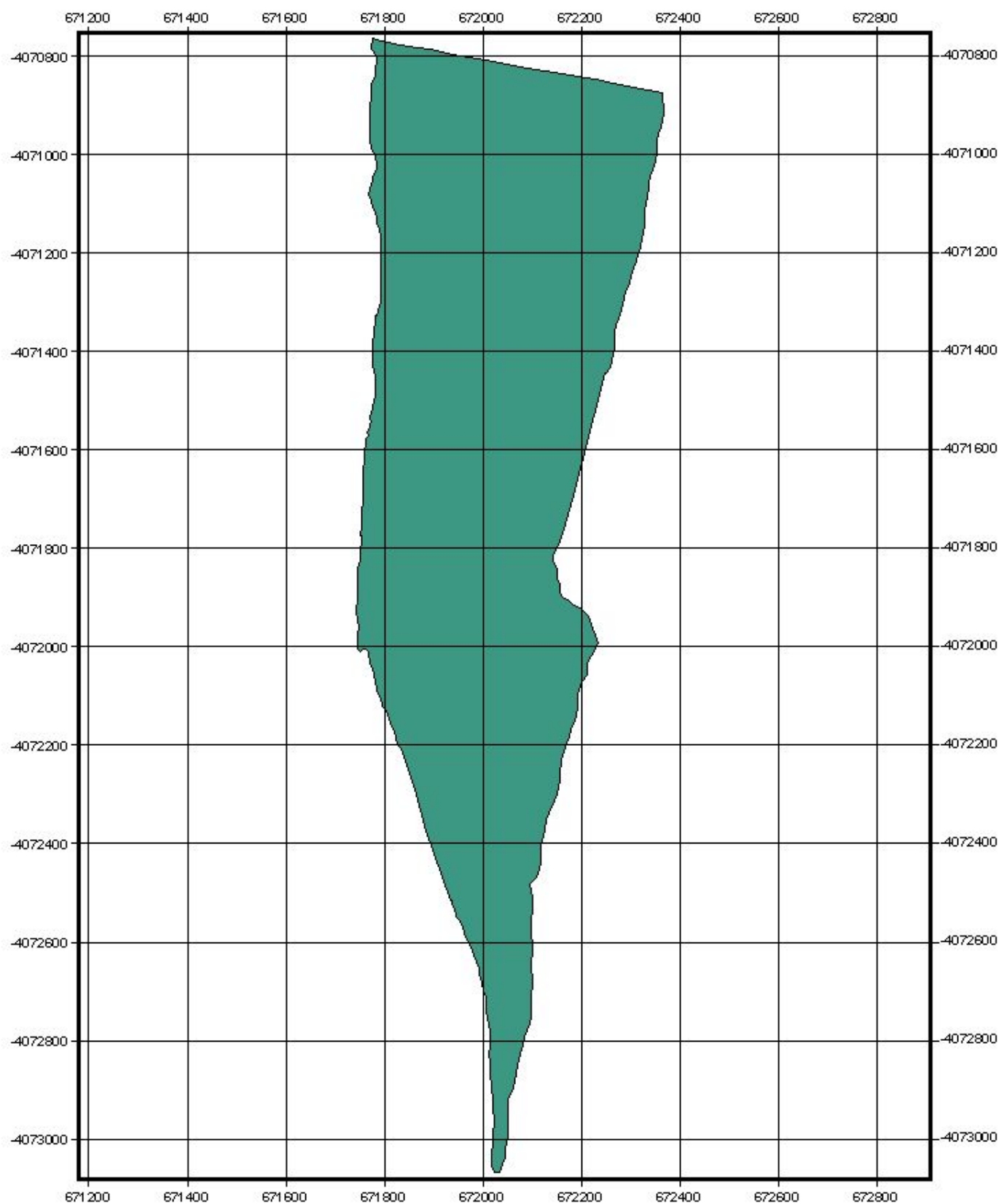
Antigua Área de Humedal
Actual Relleno para Construcción



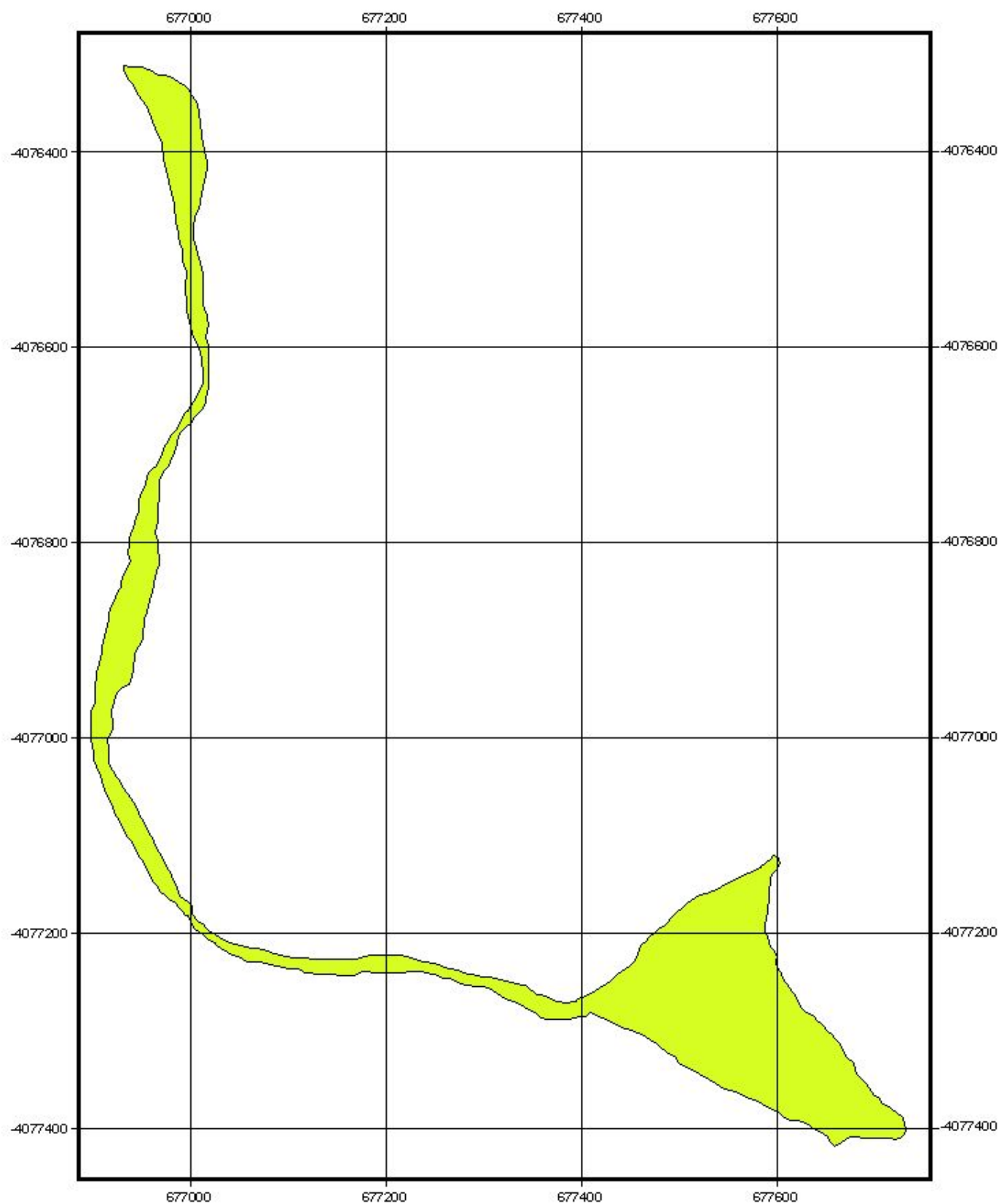
Humedal Vasco de Gamma
ESCALA 1:15000



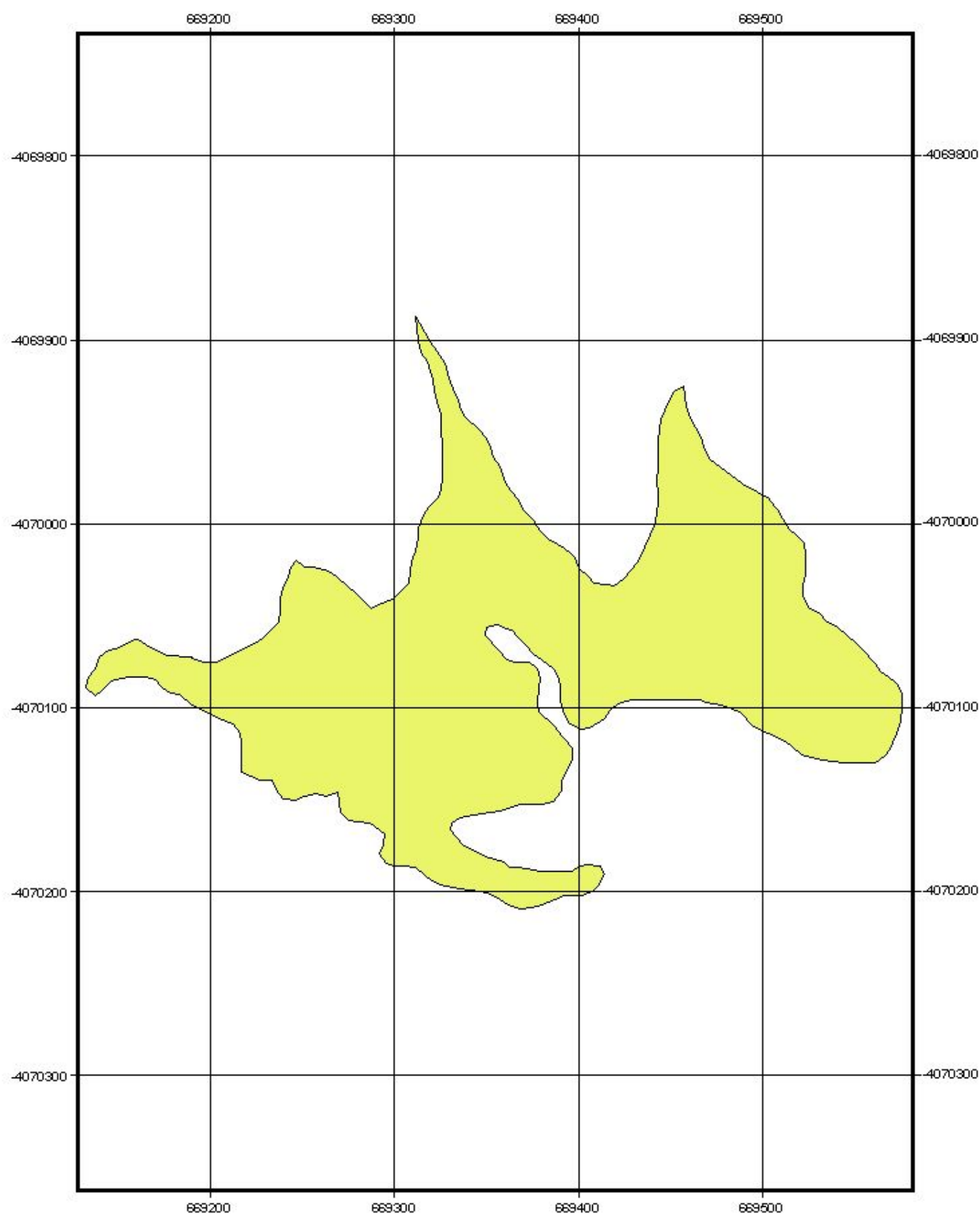
Humedal Vasco Núñez de Balboa
ESCALA 1:15000



Humedal Vegas de Nonguen
Escala 1:8000



Humadal Villa Dinahue
Escala 1:2500





CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel “Anexo 1.CAstastro Humedales Concepción.xls”

199															
</															



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel "Anexo 2 Valoración de Humedales.xls"

[illegible]



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel “Anexo 3.Amenazas de Humedales.xls”

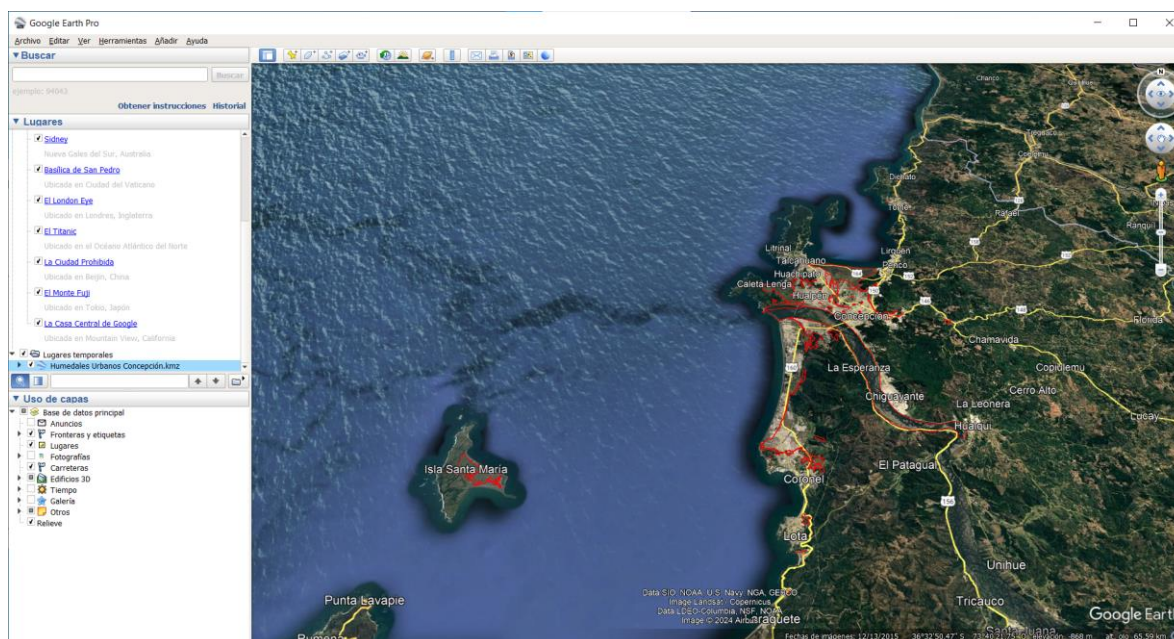
Cortar		Calibri		11		A		Ajustar texto		General		Formato condicional		Dar formato como tabla		Normal		Bueno		Incorrecto		Neutral		Insertar		Eliminar		Formato		Autosuma		Rellenar		Ordenar y filtrar		Buscar y seleccionar	
Pegar		N		K		S		Fuente		Alineación		Número				Estilos		Celdas		Borrar																	
Portapapeles																																					
P1																																					



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

KMZ “Humedales Urbanos Concepción.kmz”





CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Shape” que contiene archivos en formato shape

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
3d_shp1.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
3d_shp1.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
3d_shp1.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
18 de septiembre tome.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
18 de septiembre tome.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
18 de septiembre tome.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
arteaga alemparte.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
arteaga alemparte.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
arteaga alemparte.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
camino peaje chaimavida.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
camino peaje chaimavida.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
camino peaje chaimavida.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
camino penco.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
camino penco.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
camino penco.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
cementos bio bio.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
cementos bio bio.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
cementos bio bio.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
cerro chepe (original).dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
cerro chepe (original).shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	1 KB
cerro chepe (original).shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
chivilingo.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
chivilingo.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	10 KB
chivilingo.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
h.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
h.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
h.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
humedal boca sur.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
humedal boca sur.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	19 KB
humedal boca sur.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
humedal camino a huachipato.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
humedal camino a huachipato.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	6 KB
humedal camino a huachipato.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
humedal carriel norte.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
humedal carriel norte.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	13 KB
humedal carriel norte.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
humedal cerro chepe.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
humedal cerro chepe.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	6 KB

 humedal cerro chepe.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal colcura.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal colcura.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	12 KB
 humedal colcura.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal collao.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal collao.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	9 KB
 humedal collao.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal comaco.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal comaco.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	3 KB
 humedal comaco.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal coronel.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal coronel.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	27 KB
 humedal coronel.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal cosmito.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal cosmito.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	7 KB
 humedal cosmito.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal desembocadura norte.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal desembocadura norte.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	15 KB
 humedal desembocadura norte.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal entrada lota.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal entrada lota.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	15 KB
 humedal entrada lota.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal estero collen.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal estero collen.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	10 KB
 humedal estero collen.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal frente sitrans.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal frente sitrans.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 humedal frente sitrans.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal guñunhue.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal guñunhue.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	7 KB
 humedal guñunhue.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal huachicop.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal huachicop.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 humedal huachicop.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal huachipato.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal huachipato.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	12 KB
 humedal huachipato.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB

 humedal ifarle.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal ifarle.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 humedal ifarle.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal junquillar.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal junquillar.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	31 KB
 humedal junquillar.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal la greda.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal la greda.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	13 KB
 humedal la greda.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal la poseda.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal la poseda.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	80 KB
 humedal la poseda.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna chica.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna chica.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	9 KB
 humedal laguna chica.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna el play y los coltrabos.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna el play y los coltrabos.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	116 KB
 humedal laguna el play y los coltrabos.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna grande.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna grande.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	16 KB
 humedal laguna grande.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna los patos.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna los patos.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
 humedal laguna los patos.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna macera.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna macera.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	3 KB
 humedal laguna macera.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 humedal laguna verde.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 humedal laguna verde.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
 humedal laguna verde.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 laguna redonda.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 laguna redonda.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	3 KB
 laguna redonda.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lenga.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 lenga.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	20 KB
 lenga.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lo custodio.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB

 lo custodio.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
 lo custodio.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lo galindo.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 lo galindo.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 lo galindo.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lo mendez.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 lo mendez.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 lo mendez.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lo pineda.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 lo pineda.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	5 KB
 lo pineda.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 lomas cooradas.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 lomas cooradas.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	6 KB
 lomas cooradas.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 los batros.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 los batros.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	16 KB
 los batros.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 maule.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 maule.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	86 KB
 maule.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 nd.dbg	25-11-2024 17:38	Archivo DBG	1 KB
 palomares.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 palomares.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	3 KB
 palomares.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 perales.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 perales.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	5 KB
 perales.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 portal san pedro.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 portal san pedro.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	3 KB
 portal san pedro.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 price.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 price.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	4 KB
 price.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 redacamo.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB
 redacamo.shp	25-11-2024 17:38	Archivo SHP	2 KB
 redacamo.shx	25-11-2024 17:38	Archivo SHX	1 KB
 relleno los batros.dbf	25-11-2024 17:38	Archivo DBF	1 KB

 relleno los batros.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 relleno tucapel bajo.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 relleno tucapel bajo.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	2 KB
 relleno tucapel bajo.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 rio andalien.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 rio andalien.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	65 KB
 rio andalien.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 rio biobio.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	159 KB
 rio biobio.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 rocuant-andalien.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 rocuant-andalien.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	16 KB
 rocuant-andalien.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 san andres.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 san andres.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	4 KB
 san andres.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 shwager.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 shwager.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	4 KB
 shwager.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 tranque tome.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 tranque tome.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	4 KB
 tranque tome.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 tres pascuals.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 tres pascuals.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	5 KB
 tres pascuals.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 tucapel bajo-paicavi.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 tucapel bajo-paicavi.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	6 KB
 tucapel bajo-paicavi.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 vasco de gama.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 vasco de gama.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	17 KB
 vasco de gama.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 vasco nuñez de balboa.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 vasco nuñez de balboa.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	10 KB
 vasco nuñez de balboa.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 vegas de nonguen.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 vegas de nonguen.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	15 KB
 vegas de nonguen.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB
 villa dinahue.dbf	25-11-2024 17:39	Archivo DBF	1 KB
 villa dinahue.shp	25-11-2024 17:39	Archivo SHP	7 KB
 villa dinahue.shx	25-11-2024 17:39	Archivo SHX	1 KB



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Fotos Humedales “ que contiene 54 fotografías

Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Et
Arteaga Alemparte 2.jpg	13-02-2008 2:13	Archivo JPG	399 KB	
Arteaga Alemparte.jpg	13-02-2008 2:12	Archivo JPG	516 KB	
Cerro Chepe.jpg	12-02-2008 23:54	Archivo JPG	661 KB	
Cerro Chepe2.jpg	12-02-2008 23:56	Archivo JPG	695 KB	
Cerro Chepe-prat.jpg	13-02-2008 0:35	Archivo JPG	469 KB	
Cerro Chepe-Prat2.jpg	13-02-2008 0:35	Archivo JPG	436 KB	
Frente Sitrans 2.jpg	05-01-2008 4:11	Archivo JPG	652 KB	
Frente Sitrans.jpg	11-02-2007 2:52	Archivo JPG	206 KB	
Guñunhue 2.jpg	13-02-2008 2:22	Archivo JPG	387 KB	
Guñunhue.jpg	13-02-2008 2:19	Archivo JPG	647 KB	
H. Rio biobio.jpg	12-02-2008 23:01	Archivo JPG	250 KB	
H. Rio Biobio2.jpg	12-02-2008 23:02	Archivo JPG	261 KB	
Humedal Calabozo.jpg	08-08-2014 14:55	Archivo JPG	9,744 KB	
IMG_0028.jpg	13-02-2008 1:49	Archivo JPG	315 KB	
IMG_0030.jpg	13-02-2008 1:50	Archivo JPG	393 KB	
IMG_0031.jpg	13-02-2008 1:51	Archivo JPG	221 KB	
IMG_0032.jpg	13-02-2008 1:51	Archivo JPG	217 KB	
IMG_0033.jpg	13-02-2008 1:52	Archivo JPG	285 KB	
IMG_0035.jpg	13-02-2008 1:55	Archivo JPG	204 KB	
IMG_0036.jpg	13-02-2008 1:58	Archivo JPG	360 KB	
IMG_0037.jpg	13-02-2008 1:59	Archivo JPG	342 KB	
L. Recamo 064.jpg	05-01-2008 4:40	Archivo JPG	586 KB	
L. Recamo 065.jpg	05-01-2008 4:41	Archivo JPG	1,003 KB	
Lag. Chica.jpg	12-02-2008 23:17	Archivo JPG	352 KB	
Lag. Grande2.jpg	12-02-2008 23:32	Archivo JPG	323 KB	
Lag.Chica2.jpg	12-02-2008 23:18	Archivo JPG	394 KB	
Lag.Grande.jpg	12-02-2008 23:32	Archivo JPG	334 KB	
Laguna Macera 2.jpg	13-02-2008 2:40	Archivo JPG	401 KB	
Laguna Macera.jpg	13-02-2008 2:39	Archivo JPG	414 KB	
Laguna Price 2.jpg	13-02-2008 2:51	Archivo JPG	364 KB	
Laguna Price.jpg	13-02-2008 2:50	Archivo JPG	316 KB	
Laguna Redonda 003.jpg	02-02-2008 6:24	Archivo JPG	859 KB	
Lengua2008 005.jpg	04-01-2008 23:55	Archivo JPG	335 KB	
Lo Custodio 2.jpg	13-02-2008 1:26	Archivo JPG	391 KB	
Lo Custodio 3.jpg	13-02-2008 1:26	Archivo JPG	360 KB	
Lo custodio.jpg	13-02-2008 1:26	Archivo JPG	355 KB	
Lo Galindo 2.jpg	13-02-2008 1:31	Archivo JPG	362 KB	
Lo Galindo.jpg	13-02-2008 1:31	Archivo JPG	379 KB	

 Lo Mendez 2.jpg	13-02-2008 1:16	Archivo JPG	354 KB
 Lo Mendez 3.jpg	13-02-2008 1:17	Archivo JPG	467 KB
 Lo Mendez.jpg	13-02-2008 1:15	Archivo JPG	333 KB
 Los Batros49.jpg	07-01-2008 2:04	Archivo JPG	439 KB
 Los Batros75.jpg	08-01-2008 3:07	Archivo JPG	797 KB
 San Pedro del Valle.jpg	06-01-2008 23:11	Archivo JPG	1.645 KB
 Tres pascualas 2.jpg	13-02-2008 0:59	Archivo JPG	307 KB
 Tres Pascualas 3.jpg	13-02-2008 1:00	Archivo JPG	307 KB
 Tres Pascualas 4.jpg	13-02-2008 1:01	Archivo JPG	259 KB
 Tres Pascualas.jpg	13-02-2008 0:59	Archivo JPG	436 KB
 Tuapel Bajo-Paicavi2.jpg	13-02-2008 0:43	Archivo JPG	409 KB
 Tucapel Bajo-Paicavi 3.jpg	13-02-2008 0:46	Archivo JPG	505 KB
 Tucapel bajo-Paicavi.jpg	13-02-2008 0:42	Archivo JPG	392 KB
 Vasco da Gama 2.jpg	13-02-2008 1:59	Archivo JPG	513 KB
 Vasco da Gama.jpg	13-02-2008 1:44	Archivo JPG	448 KB
 Vasco Gama 3.jpg	13-02-2008 1:55	Archivo JPG	383 KB



INFORME FINAL
DISEÑO DEL INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES Y EL SEGUIMIENTO
AMBIENTAL

(N°1588-28-LP10)

Enero 2011



Como citar este documento:

MMA - Centro de Ecología Aplicada. 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.



ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	5
1. Introducción.....	9
1.1 El rol de los humedales.....	11
1.2 Catastro Nacional de Humedales.....	14
1.3 El uso de los sensores remotos en el Catastro Nacional de Humedales	15
2. Objetivos.....	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
2.3 Alcances.....	21
3. Metodología.....	25
3.1 Elaboración del catastro nacional de humedales.....	25
3.1.1 Definición de unidad geografica operacional.....	25
3.1.2 Definición de escala, resolución espacial y conjunto básico de datos para el catastro nacional de humedales.....	26
3.1.3 Criterios para delimitación de humedales.....	28
3.1.4 Metodología de detección de humedales mediante sensores remotos	28
3.1.5 Utilización de imágenes multiespectrales Landsat.....	29
3.1.6 Procedimiento de Calibración del Catastro de Humedales.....	34
3.2 Información relevante para determinar la condición ambiental de los humedales....	34
3.2.1 Definición condición ambiental de humedales.....	34
3.2.2 Identificación de tipo de amenazas.....	34
3.3. Determinación del rol de los humedales como indicador del estado ambiental de los recursos hídricos a nivel de cuenca.....	36
Enfoque conceptual.....	36
Criterios para la localización de humedales a nivel de cuenca.....	36
Indicadores estado según Ecotipos.....	36
3.3.4. Estudio experimental humedales piloto.....	36
3.3.4.1 Criterios de identificación y delimitación de humedales piloto.....	36
3.3.4.2 Variables estado de humedales pilotos como descriptores de la condición de los recursos hídricos a nivel de cuenca.....	37
3.3.4.3 Detección de humedales piloto.....	38
3.3.4.4 Evaluación del estado ambiental de los humedales piloto.....	42
4. Resultados.....	43
4.1 Catastro Nacional de Humedales.....	43
4.1.1 Identificación de humedales a nivel nacional.....	43
4.1.2 Calibración del catastro.....	56



4.2	Condición ambiental de los humedales.....	60
4.2.1	Modelo conceptual.....	60
4.2.2	Tipos de amenazas.....	61
.		
4.3	Rol ambiental de los humedales como indicador a nivel de cuenca.....	63
4.3.1	Modelo conceptual.....	63
4.3.2	Indicadores de estado según Ecotipos.....	66
4.3.3	Criterios para localización de humedales indicadores a nivel de cuenca.....	67
4.3.4	Estudio experimental de humedales piloto.....	68
4.3.4.1	Detección de humedales pilotos.....	68
4.3.4.2	Criterios de identificación y delimitación de humedales pilotos.....	69
4.3.4.3	Evaluación del estado ambiental de los humedales piloto.....	76
5.	Conclusiones.....	88
5.1	Catastro de humedales	88
5.2	Condición ambiental de los humedales	88
5.3	Rol ambiental de los humedales como indicador a nivel de cuenca	88
6.	Recomendaciones.....	89
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	90
8.	Equipo de trabajo.....	94
9.	Agradecimientos.....	93
10.	Glosario.....	94
	ANEXOS.....	98
.		
	Anexo 1: Síntesis revisión documentaria internacional acerca de los humedales.	
	Anexo 2: Estado actual en materia de humedales en Chile.	
	Anexo 3: Cuadros resumen clasificación Ecotipos.	
	Anexo 4: Tramos Río Aconcagua.	
	Anexo 5: Caracterización limnológica del río Aconcagua.	
	Anexo 6: Caracterización de la flora y vegetación asociada a tramos del río Aconcagua	



RESUMEN EJECUTIVO

Durante años se ha hablado mucho sobre la amenaza que nuestros recursos naturales están enfrentando ante el crecimiento de la población y economía mundial, patrones de uso de los recursos naturales, baja en las reservas de agua, procesos de desertificación, pérdida de biodiversidad, desastres naturales y calentamiento global.

En el marco de lo anterior, numerosas reuniones internacionales y resoluciones en el marco de convenciones multilaterales acerca de recursos tales como humedales, biodiversidad, suelos, condición de cambio climático entre otros, han dado las directrices para abordar estos fenómenos con objetivos planetarios.

A nivel mundial los avances son dispares, los países desarrollados y aquellos donde organismos internacionales han dado prioridad, van pasos más adelante en las medidas que internacionalmente se han acordado para hacer frente a los problemas ambientales. De ello surge una abultada literatura y de gran apoyo en el camino a la consolidación de sistemas y herramientas de gestión.

Chile ha avanzado mucho, pero aún adeuda en ciertas áreas la consolidación de sistemas integrados de evaluación y gestión de recursos, como las directrices globales aconsejan.

La materia del presente trabajo se enmarca particularmente en el subtema humedales y corresponde a la primera etapa de catastro, de una iniciativa mayor de Inventario Nacional de Humedales que busca consolidar una herramienta de evaluación del recurso a nivel nacional, destinada a ser un instrumento de apoyo a los planes y programas de conservación y/o protección.

A nivel internacional existe ya un interesante historial de proyectos en países de Europa, América, Asia, Oceanía que dan cuenta de una larga trayectoria en la implementación de sistemas de integración en la gestión de humedales incluso de orden transnacional, todos ellos contando de base con inventarios nacionales. La Convención Internacional de Ramsar destaca en su manual N° 12 "Inventario de Humedales" las iniciativas de MedWet Humedales Mediterráneos (desde 1991), Inventario Nacional de Humedales de los Estados Unidos (desde 1950), Programa Nacional de Humedales de Uganda (desde 1999), Inventario de Humedales de Asia (desde 1954), Inventario de Humedales del Ecuador (desde 1996). En el marco de la misma Convención, desde la primera reunión de las partes contratantes en 1971 (1981 Chile ratifica su adhesión y la transforma en ley) se define como de importancia fundamental para el desarrollo de las políticas nacionales destinadas a la conservación o protección de RRNN, el contar con un inventario del mismo orden. Complementariamente, uno de los últimos elementos incorporados en la promoción de aquellos, se relaciona con orientaciones respecto al método e insta a las partes a incorporar el uso de teledetección y SIG como herramientas de optimización de resultados.

Esto último ha sido también la consecuencia y al mismo tiempo el incentivo, de estudios de profundización en uso de tecnología satelital en la identificación de recursos naturales, su estado de vida, calidad, distribución y localización geográfica. Ejemplos son múltiples



entre los cuales podemos mencionar: “Revisión de mapeo de Ealgrass”, del Servicio del medio Ambiente para la Vida Salvaje de Canadá donde se estudia, ya en el año 2002, alternativas para monitorear y mapear un tipo de pasto submareal a través de sensores remotos; la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de Queensland, en Australia, desarrolla en el 2005 un marco general metodológico para el Mapeo y Clasificación de Humedales, buscando responder a la urgencia de identificar las pérdidas de humedales que estaban experimentando. Revisan para ello técnicas de restitución cartográfica de cuerpos de agua a través del procesamiento de imágenes de satelitales, en particular del tipo Landsat TM; la Universidad de Aberystwyth del Reino Unido en conjunto con la Agencia Espacial de Japón estudiaron, en el año 2008, un método alternativo para cubrir el registro de humedales a escala regional con mayor detalle, aplicando la conjunción de dos herramientas de percepción remota: ALOS PALSAR y Shuttle Radar Topography Mission, logrando estimar algunos parámetros físicos de distintos ecosistemas, su clasificación estructural y registro de cambios a través de sensores remotos; en Vietnam, Thi Phuong Mai Luu desarrolla en el marco de su tesis de Magister el año 2009 un “Estudio de hábitats húmedos usando varias técnicas de clasificación basadas en imágenes multiespectrales Landsat”. Variada literatura también es posible encontrar respecto a los cuerpos de gestión de humedales y los diferentes niveles de desarrollo y aplicación en el mundo.

En Chile, por su parte, existen numerosas experiencias que han tenido entre sus metas esenciales dar solución a disfuncionalidades e impactos negativos sobre sistemas acuáticos continentales. Los protagonistas abarcan una amplia gama de actores nacionales, desde organismos de gobierno, académicos, estudiantes, sociedad civil y empresas privadas, en ámbitos diversos pero directamente vinculados, como calidad de agua, dinámica de ecosistemas, biodiversidad, estructura de hábitats, etc.

Algunos ejemplos de ellos son los trabajos de: Castro y colaboradores en 1993, quienes realizan un catastro de humedales sobre los 3000 msnm entre 17° y 26° Lat S., actualizado el 2003; Muhlhauser en 1996 estudia y caracteriza el hábitat del bofedal de Parinacota; Una alianza en 1999 entre CONAMA y CONAF desarrolla un catastro que abarca alrededor de 4,5 millones de has de humedales del país, 6% del territorio nacional, evaluando su vínculo con el SNASPE; el 2000 la CONAMA lidera un proyecto de catastro de humedales en la VII Región que es considerado uno de los más completos a escala regional en el país; en el 2002 Ramírez y colaboradores elaboran una clasificación de humedales vinculada a la variable clima; el mismo año Haustein y equipo escriben acerca de los humedales de la IX Región elaborando una clasificación en base a RAMSAR y estableciendo niveles de vulnerabilidad asociados a las especies registradas; En el 2003 la DGA elabora y cartografía 228 acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la región de Antofagasta. En la actualidad esta actividad ha cubierto la Región de Arica y Parinacota y Atacama; el 2005 La Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile elabora un catastro del sistema de humedales costeros de Coquimbo, estudiando estructura de hábitats y evaluando vulnerabilidad de especies, así como elementos de gestión y jurisdicción; el mismo año González y Victoriano estudiaban el hábitat y dinámica de algunos humedales en la VIII Región; como una herramienta para evaluación preliminar y priorización en el monitoreo a humedales, CONAMA-CEA proponen el 2006 una clasificación de humedales por Ecotipos basándose en asociación de variables correlacionadas con la estructura y funcionamiento de familias de humedales; en el 2007 CONAMA elabora un catastro preliminar de humedales costeros para las regiones IV, V, VII, VIII y IX; el 2009 Ahumada y Faúndez, por encargo del SAG elaboran una guía descriptiva de sistemas vegetacionales azonales hídricos continentales de la ecorregión



altiplánica, así mismo la lista sigue, iniciativas de catastros, estudios de hábitat, ecosistemas, flora fauna, etc. en el mayor de los casos limitados a superficies interregionales.

No obstante el enorme aporte que ha significado cada una de estas iniciativas en la protección, conocimiento y reconocimiento del patrimonio natural nacional, también se debe convenir en la condición de baja eficiencia, en términos de integración de objetivos, metas y recursos involucrados, ante un fin último que es en definitiva común. Para garantizar la protección o conservación de los humedales del país se requiere necesariamente de una evaluación y manejo desde el prisma de integración elemental.

Con todo, en la tarea de proteger y conservar, debemos conocer el universo desde donde elegimos qué proteger o qué preservar. Al evaluar necesitamos detalles para analizar. Y para priorizar, debemos irremediablemente comparar. En ello surge un requerimiento fundamental y que tiene relación con dos factores, que aún cuando son de naturaleza diferente, se definen como determinantes en la estructura, funcionamiento y factibilidad de un sistema de gestión del recurso. Uno de ellos corresponde a las características geofísicas y patrones ocupación de los territorios, el otro, al sistema de administración y gobierno al interior del Estado. En ambos casos aquel requerimiento fundamental corresponde a la referencia espacial de los recursos, su localización dentro de la estructura de paisajes del territorio nacional y dentro de las competencias de administración en las diversas escalas territoriales. Es aquí donde un catastro nacional de humedales toma protagonismo y cumple un rol esencial en la priorización y planificación dentro del manejo, más aún cuando la tecnología actualmente disponible permite contar con la cartografía completa de la estructura espacial del recurso e incluso con variables básicas para estimación del estado de salud de un cuerpo de agua.

Lo mencionado en el último párrafo toca otro punto de gran importancia en el desarrollo de los objetivos del presente trabajo. La tecnología de punta que el Gobierno de Chile ha escogido para administrar el país, plasmada en la política pública y en programas como modernización del Estado y lineamientos programáticos de los servicios vinculados al desarrollo científico y productivo del país, nos dan el marco y un estándar mínimo en torno a los procedimientos, a las herramientas a ser incorporadas en el método para abordar en este caso particular, un sistema integrado de información de humedales.

El uso de sensores remotos se ha consolidado como una metodología rápida e incluso bastante económica en algunos casos, que permite dar factibilidad a proyectos de envergadura nacional, que de otra manera simplemente no podrían llevarse a cabo. La factibilidad del uso de estas herramientas hoy en nuestro país, configura la condición necesaria para poder implementar proyectos pendientes de muchos años, como es un catastro e inventario nacional de humedales con el objetivo de consolidar herramientas de apoyo a la gestión integrada del recurso.

Es así que actualmente, contando con la factibilidad técnica, administrativa y financiera, el Ministerio del Medio Ambiente (ex - CONAMA) ha emprendido la tarea de levantar una herramienta de apoyo a gestión nacional de humedales, desarrollando el proyecto de Inventario Nacional de Humedales en etapas consecutivas, teniendo como foco principal en esta primera fase la generación del catastro nacional de humedales.

De la revisión y evaluación de experiencias a nivel internacional, del estado del arte del estudio de humedales en Chile y tecnologías de punta a disposición del aparato público,



se desarrolló una metodología para la identificación de humedales centrada en el uso de herramientas de Percepción remota y Sistemas de información geográfica. Utilizando Imágenes Landsat, Imágenes hiperespectrales AISA, coberturas digitales complementarias, Envi 4.2 y Arcview 9.2, en un plazo menor al año, el país hoy puede contar con la cobertura nacional de humedales de Chile -incluidos lagos, lagunas, ríos, embalses y vegetación hidrófila mayor a 0.4 ha de superficie- y una metodología en explotación que le permitirá técnicamente a un corto y mediano plazo, comenzar a cubrir tareas de evaluación, manejo y control en el uso de los humedales en el marco de un sistema de alerta temprana, sustentado en el establecimiento de humedales indicadores del estado de la cuenca, indicadores remotos de eutroficación, cobertura de agua y vegetación y el monitoreo de sus variables de estado por Ecotipo.

La estructura del trabajo entrega, en un primer capítulo introductorio, antecedentes específicos del contexto global del “proyecto mayor” de inventario y sistema de gestión de humedales en el que se enmarca, definiendo el marco conceptual donde se desarrolla, los componentes que involucra y su justificación. En el segundo capítulo se exponen los Objetivos, el fin último que persigue el “proyecto mayor” y los objetivos específicos de esta fase del proyecto. El tercer capítulo presenta la metodología con la cual se desarrolla el catastro nacional de humedales y el estudio experimental para el levantamiento de variables físico-químicas básicas que permitan estimar las características ecológicas y estado de salud de una cuenca piloto bajo una perspectiva ecosistémica, con el objetivo de ejemplificar el paso siguiente en la completitud del Inventario Nacional de Humedales. En el cuarto capítulo se presentan los Resultados, para continuar en el quinto y sexto con Conclusiones y Recomendaciones. Finalmente los últimos capítulos auxiliares presentan las referencias bibliográficas, equipo de trabajo, agradecimiento, glosario y Anexos.



1. INTRODUCCIÓN

Conservar la biodiversidad es uno de los desafíos presentes en la agenda pública, como lo expresa el mensaje con el cual se comienza a tramitar la hoy promulgada Ley 20.417 que, en vigencia desde Enero del 2010, entrega las bases legales para la creación del Ministerio, Servicio y Superintendencia del Medio Ambiente: “Los nuevos desafíos a los que el mundo se verá confrontado en los próximos años, muchos de los cuáles ya están presentes entre nosotros, son el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la escasez de agua, la contaminación y la calidad de vida de los ciudadanos. No actuar hoy tendrá efectos significativos en nuestro desarrollo económico futuro, pero además, en la calidad de vida de nuestros habitantes.”

Por otra parte la Política Ambiental de Desarrollo Sustentable¹ señala: “La estrategia de desarrollo sustentable de Chile está basada en generar las condiciones básicas que permitan compatibilizar el proceso de crecimiento económico del país, con la protección del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales, en un contexto de equidad social y económica”. Su objetivo es el mejoramiento equitativo de la calidad de vida de los chilenos de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras.

Respaldando dicha estrategia, uno de los fundamentos explícitos de la Política es el de complementariedad entre desarrollo económico y sustentabilidad ambiental para garantizar el bienestar de los ciudadanos a través de la disponibilidad adecuada, en cantidad y calidad, de recursos para el desarrollo. Respondiendo a ello, como tercer objetivo planteado en la Política Ambiental, se manifiesta la necesidad de “Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales” para lo cual define como una de sus líneas de acción el “desarrollo de inventarios de especies de flora y fauna; y la formulación de planes de manejo que regulen el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables”. Todo ello se traduce indiscutiblemente en el reconocimiento de la necesidad prioritaria de generar un saber científico ambiental que apunte a definir, evaluar y valorizar nuestro capital en recursos naturales.

Con el fin de implementar la Política Ambiental y la Estrategia Nacional de Biodiversidad y dar cumplimiento a compromisos internacionales en el tema, en el año 2004 se inicia el Programa de Recursos Naturales y Biodiversidad, a cargo del Departamento de Recursos Naturales de la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

El programa se ha desarrollado fundamentalmente a través de cuatro componentes, a saber:

- Seguimiento, coordinación y evaluación de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad.
- Coordinación y ejecución del Plan de Acción de la Política Nacional de Áreas Protegidas.
- Coordinación y ejecución del Plan de Acción de la Política de Especies Amenazadas (Flora y Fauna Nativa).

¹ Una Política Ambiental Para El Desarrollo Sustentable. Aprobado por el Consejo Directivo de Ministros de CONAMA en la Sesión del 9 de enero de 1998. CONAMA.
En: http://www.sinia.cl/1292/articles-26000_pdf_politica.pdf



- Coordinación y ejecución del Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Humedales

En el marco de estas cuatro líneas, un elemento común aparece como fundamental para avanzar en el cumplimiento de los objetivos planteados en cada uno de los instrumentos de gestión que los dirigen, este es el Inventario de Flora, Fauna, Ecosistemas y Hábitats.

Por su parte, abordando otro ámbito del desafío en cuestión, el Ministerio Secretaría General de la Presidencia – MINSEGPRES, en su informe último de evaluación del Programa de Recursos Naturales y Biodiversidad enviado a la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (disponible en www.dipres.cl)² proyecta en el mediano plazo contar con mayores recursos financieros para llevar a cabo la mantención de un inventario en todas sus fases, lo que es aprobado por DIPRES al encontrar justificación presupuestaria en la necesidad de “generar y/o completar la información que permita conocer el estado de conservación de los ecosistemas y especies del país a objeto de avanzar en la implementación y coordinación de las acciones que contribuyan a la protección y uso sustentable de la biodiversidad” (DIPRES, 2008)³. Es así que desde el proyecto presupuestario del 2008 los aportes al Programa de RRNN y Biodiversidad han registrado un crecimiento positivo constante y una revisión en su estructura que se prevé traerá cambios favorables.

El Estado de Chile no cuenta con un Inventario Nacional de Humedales reconocido como oficial por los diferentes usuarios del mismo. La realización de catastros existentes, obedece particularmente a las necesidades sectoriales de quienes los elaboran y por lo tanto no hay cobertura para todos los subsistemas y tampoco requerimientos estandarizados de monitoreo ecológico que permita dar cuenta del estado de salud, evolución y cambios en los ecosistemas, ya sean estos de origen antrópico o natural. En consecuencia tampoco es posible distinguir entre humedales de urgencia para su conservación y aquellos otros que entregan variados bienes y servicios, desconociendo su cuantía y oportunidades de uso sostenible. Como plantea la Estrategia Nacional para la Conservación y uso racional de los humedales en Chile “Desde el extremo norte de nuestro país hasta cerca de Santiago las cuencas hidrográficas son deficitarias en agua. Es decir, son zonas áridas o semiáridas, en que los humedales constituyen una situación excepcional. Más al sur los humedales son cada vez más frecuentes y continúan concentrando las actividades humanas. El aumento de nuestras actividades productivas y de nuestra población presionan esos espacios húmedos”.

Lo anterior nos define una ardua y extensa tarea por delante de reconocimiento, conocimiento, sistematización e integración de datos nacionales. Sujeto a viabilidad, el Ministerio del Medio Ambiente⁴ ha decidido la elaboración de un proyecto que integre los esfuerzos de diversos actores tendientes a levantar información que caracterice humedales en el país y que permita que Chile cuente con un inventario y monitoreo permanente de los humedales. El Proyecto para el desarrollo de un Inventario, monitoreo y seguimiento ambiental elaborará las herramientas necesarias para fortalecer la nueva institucionalidad ambiental, centrándose en una primera etapa en el catastro de

² Informe de Cumplimientos de Compromisos al 30-06-2009 del Programa de RRNN y Biodiversidad, CONAMA, MINSEGPRES, 2009

³ Minuta Ejecutiva, Programa de RRNN y Biodiversidad elaborada por la Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.

⁴ Ley 20417, Octubre 2010



superficies continentales saturadas de agua y algunos criterios de priorización. Es así que el objetivo del presente trabajo es en esencia, el materializar la primera etapa del Inventario Nacional de Humedales con la construcción de los cimientos del sistema de información de humedales del país para su manejo sustentable y/o conservación, lo que considera la creación de la cobertura digital nacional de los territorios húmedos del país, complementada con una definición preliminar de criterios de elección de humedales indicadores del estado de la cuenca y variables estado, vinculados a la clasificación nacional de Ecotipos. La visión a largo plazo es que Chile cuente con un sistema público de inventario y seguimiento ambiental de los humedales relevantes, para la planificación, manejo, conservación (uso sustentable), preservación o protección de los humedales de Chile, a escala nacional, regional y local.

1.1 El rol de los humedales

En un marco conceptual, los humedales son ecosistemas acuáticos integrados a las cuencas hidrográficas, como subsistemas límnicos de éstas. Ecosistemas que mantienen economías locales, a través de los bienes y servicios que prestan. Es reconocido el rol destacado que tienen estos en el desarrollo de las actividades humanas, entregando alimentos, refugio para la población humana, especies animales y vegetales y obtención de agua fresca, entre otras. Reconocida esta importancia vital, convenciones internacionales ratificadas por Chile (Convención Internacional sobre Humedales Ramsar-1980 y la Convención sobre la Diversidad Biológica CDB-1994) recomiendan que la preocupación sobre los humedales se traduzca, entre otras medidas, en la elaboración de inventarios y un programa de monitoreo que permita realizar un seguimiento de la dinámica de cambio que estos presentan.

El complejo entrelazamiento de procesos vinculados a las aguas continentales y aquella dependencia del ser humano plasmada en los patrones de localización de la población, han definido una dinámica ambiental, tanto natural como determinada por la acción humana, que hoy se hace prioritario identificar, conocer en detalle y evaluar. Como se menciona en la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile “Los habitantes de nuestro país han ubicado y ubican su residencia en esos ambientes húmedos por siglos. En ellos encuentran agua fresca, alimentos o lugares para crianza de animales domésticos, pesca o caza. La mayoría de nuestra población se encuentra en la franja costera de nuestro país, a orilla de ríos o esteros o en la desembocadura de los mismos. Hacia el interior de nuestro país ocurre el mismo patrón de comportamiento, concentrándonos en los bordes de ríos, esteros, lagos o lagunas”.

En el plano internacional la preocupación se ha visto plasmada en una serie de iniciativas en pos de detener y revertir, en la medida de lo posible, los impactos producidos por la excesiva, y muchas veces ignorante, presión que el hombre ejerce sobre sus recursos naturales. Dentro de aquellas, la propuesta de “Ecosistemas del Milenio”⁵, a la que Chile se encuentra adscrito, considera ocho objetivos de desarrollo a ser alcanzados por la comunidad internacional al año 2015. Estos Objetivos representan las necesidades humanas y los derechos básicos que todos los individuos del planeta deberían poder disfrutar y entre los que se define: Objetivo nº7 “un mundo en el que la sostenibilidad del medio ambiente sea una prioridad”. Los líderes mundiales también han prometido forjar una alianza de alcance mundial en pos del desarrollo, para así lograr esos objetivos universales.

⁵ Objetivos de Desarrollo del Milenio, UN. NY, 2000.



Sumándose a las acciones destinadas a cumplir dichos objetivos, durante el año 2010, la comunidad internacional se reunió, en el marco de la Convención para la conservación de la Biodiversidad, para discutir y replantear alternativas para el cumplimiento de las metas propuestas⁶. Entre los temas principales de la agenda estuvieron los diagnósticos parciales en torno a:

- El mundo no ha alcanzado la meta de 2010 de conservación de la biodiversidad, con posibles consecuencias muy graves.
- Los hábitats de las especies en peligro no están siendo adecuadamente protegidos.
- La cantidad de especies en peligro de extinción sigue creciendo a diario, especialmente en países en vías de desarrollo.

En dicha reunión, se menciona “unos 3.000 millones de personas dependen del mar y sus costas, 1.600 millones de los bosques y 1.000 millones de los humedales (Ovando, 2010)⁷, lo que supone más del 70 % de la población mundial. Adicionalmente el replanteamiento de los objetivos de la convención derivó en compromisos de los 198 países firmantes sobre biodiversidad para el 2020 y se aprobaron 30 documentos sobre la conservación de la diversidad biológica de las montañas, de las aguas continentales, y de las tierras áridas y subhúmedas.

Los humedales han sido considerados de gran importancia biológica a nivel global y se encuentran dentro de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000). No obstante la *Evaluación del Estado de Conservación de las Regiones Terrestres de América Latina y el Caribe*, señala el estado de conservación como crítico a vulnerable ya en la década del 90 (WWF & WB, 1995). Las amenazas a estos ecosistemas ponen en riesgo a los humedales puesto que son altamente vulnerables y frágiles, particularmente frente a las presiones del desarrollo basadas en prácticas no sostenibles y al cambio climático (Grupo de Contacto sobre Humedales Altoandinos & UICN Sur, 2004).

De igual forma, han sido considerados por la Convención de *Ramsar* como ecosistemas frágiles. Su alta vulnerabilidad está asociada a causas naturales (ejemplo: extensas sequías) y antrópicas. De estas últimas las causas más relevantes -que llevan a la degradación de estos humedales- son: la extracción de agua para usos agrícolas y mineros, la fragmentación de los sistemas acuáticos, los intensos procesos de urbanización, las quemas, la contaminación y la construcción de grandes obras de infraestructura, además del alto crecimiento de la población humana y una sectorizada y poco integral planificación del desarrollo (Abramovitz, 1996; Rangel, 2000, Canevari et al, 2001 Hofstede et al, 2003; Grupo de Contacto sobre Humedales Altoandinos & UICN Sur, 2004).

Los humedales sustentan una importante diversidad biológica y se caracterizan por un alto nivel de endemismo de plantas y animales. Estos en muchos casos, constituyen ambientes críticos para especies seriamente amenazadas además de servir de áreas de refugio de muchas especies migratorias (Salinas *et al.*, 2002).

⁶ Convención de biodiversidad (CDB) COP10, Nagoya-Japón 18 al 29 Octubre 2010

⁷ Norberto Ovando. Experto Comisión Mundial de Áreas Protegidas - WCPA - de la UICN. Red Latinoamericana de Áreas Protegidas - RELAP y Miembro Comisión Cuenta Atrás 2010 - UICN



El principal bien que proveen los humedales es el agua y algunas de las más relevantes funciones ecosistémicas y servicios ambientales están también asociados a los recursos hídricos. Precisamente, uno de los más importantes servicios es el abastecimiento constante de agua dulce para riego de suelos agrícolas, generación hidroeléctrica y consumo humano. En efecto, varias ciudades dependen de los humedales debido a estos fundamentales servicios.

Es importante señalar que los bienes y servicios ambientales que proporcionan los humedales no son ilimitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no sólo de fuentes esenciales de agua sino de otros múltiples beneficios que ofrecen dichos ambientes. Por ello, si queremos continuar aprovechándolos, debemos conservarlos y su uso no debería rebasar los límites del umbral crítico, mas allá del cual su deterioro se hace irreversible.

En la misma línea conceptual, la propuesta antes mencionada de “Ecosistemas del Milenio”, define los servicios ambientales ecosistémicos como los beneficios que las personas pueden obtener desde ellos (**Tabla 1.1**), incluyendo los servicios de suministro, regulación, culturales y aquellos necesarios para mantener los procesos ecológicos (soporte).

Tabla 1.1: Servicios ecosistémicos.

Suministro de Servicios	Regulación de Servicios	Servicios Culturales
Productos obtenidos desde los ecosistemas	Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	Beneficios no Materiales obtenidos de los ecosistemas
• Alimento • Agua potable • Combustible • Fibra vegetal • Bioquímicos • Recursos genéticos	• Regulación de clima • Control de enfermedades • Regulación del agua • Polinización	• Espirituales y religiosos • Recreación y turismo • Estético • Inspiracional • Educativo • Sentido de identidad • Patrimonio cultural
Servicios de soporte Servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios del ecosistema Formación de Suelos Ciclado de Nutrientes Producción Primaria		

Fuente: Ecosistemas del Milenio

En Chile, las iniciativas que por décadas han planteado estudios y planes locales de manejo en humedales, aún cuando adolecen de desarticulación, nos reflejan que el interés y preocupación por el futuro de estos recursos tiene su historia y marcada importancia en el ámbito local, (antecedentes específicos de marco institucional vinculado y estudios desarrollados en Anexo 2).



Así mismo, Estados extranjeros reflejan la valoración por los ecosistemas húmedos en una vasta experiencia en aplicación de métodos de levantamiento de información, así como de gestión integrada de ellos (ver Anexo 1).

Con todo, la abultada literatura tanto chilena como extranjera, hacen coincidente entre sus antecedentes que la primera etapa de cualquier sistema sólido de gestión debe estar fundamentalmente centrada en el reconocimiento espacial de estos recursos y sus características claves que permitan establecer en algún grado su condición ambiental y, bajo este precepto es que se reconoce la importancia y esencial tarea del desarrollo de una etapa inicial de catastro de los humedales del país.

1.2 Catastro Nacional de Humedales

Como se expresa en líneas precedentes unos de los elementos fundamentales de un inventario de humedales, así como del sistema de gestión vinculado, es un Catastro de humedales.

El concepto catastro ha estado comúnmente asociado al levantamiento de datos respecto a propiedad de los territorios. Incluso la Real Academia Española reduce el concepto en su publicación web al de “censo y padrón estadístico de las fincas rústicas y urbanas”. Sin embargo, el concepto ha trascendido su inicial actividad y hoy es posible encontrarlo asociado a elementos de toda área del conocimiento. En ocasiones también es posible reconocerlo como inventario y en otras incluso como conteniendo al inventario. No obstante, nuestro objetivo por ahora no es profundizar en las distintas acepciones del concepto si no sólo establecer cual será el contenido que para efectos de este proyecto, considera el catastro nacional de humedales y que en su expresión máxima se configura como el levantamiento geográfico de todos los cuerpos de agua del territorio nacional continental y sus islas mayores bajo los parámetros presentados en la síntesis conceptual del proyecto.

Antes nos referimos al consenso internacional en cuanto a lo urgente que se hace conocer las características ecológicas, la estructura y las relaciones entre los componentes biológicos, químicos y físicos del humedal y para ello la generación de un “Inventario de Humedales” que permita su evaluación y seguimiento en el tiempo en apoyo a la gestión del recurso. Así, un elemento fundamental aparece en el punto de partida de este inventario, para que éste pueda cumplir su fin último de consolidar un sistema integrado de seguimiento ambiental de humedales vinculados a las estrategias de conservación y la toma de decisiones en planificación territorial a escala país: el Catastro nacional de humedales.

En la tarea de proteger y conservar, el Catastro permitirá contar con el universo desde donde elegir qué proteger o qué preservar, elementos básicos y sus características para evaluar, así dará cabida al análisis comparativo de los elementos para priorizar a escala país. Además de ello, su carácter territorial permite vincular el recurso con bases de datos espaciales pre-existentes en apoyo a su evaluación (características geofísicas, patrones de ocupación del territorio, actividades productivas, etc.) y fundamentalmente con el sistema de administración de los territorios locales y regionales, aspectos de gran importancia al momento de definir la operatividad de un sistema de gestión. Con éste



instrumento el país podrá además sumarse al llamado que la convención Ramsar⁸, por más de una década, ha hecho promoviendo la implementación de “indicadores de alerta temprana”⁹ para la conservación de los humedales.

1.3 El uso de los sensores remotos en el Catastro Nacional de Humedales

Existe una importante diversidad de estudios en torno a la percepción remota y uso de Imágenes de satélite para la identificación de Humedales. Oyola en el año 2009, plantea en el marco de una investigación de tesis, que el mapeo de humedales es una herramienta importante para el entendimiento de la función y el monitoreo de las respuestas de estos sistemas a las acciones naturales y antrópicas. Por otra parte reconoce la existencia de tres técnicas principales para cartografiar los humedales, las cuales son: evaluaciones in situ (tarea que es a veces difícil por la inaccesibilidad a las áreas de estudio); fotointerpretación de fotografías aéreas y procesamiento de imágenes teledetectadas aéreas o satelitales.

En el mismo trabajo se plantea que el uso de imágenes satelitales puede servir como apoyo para la gestión y planificación de esquemas de manejo cuando se combina con otro tipo de información. Además, su utilización puede ser una alternativa viable y rápida de acceder a información espacial extensa de lugares inaccesibles, haciendo de la percepción remota una herramienta invaluable para la identificación de humedales. En este marco es que cita a Vegas (2006), quién menciona que debido a ello es que la Convención de Ramsar recomienda el uso de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica para la cartografía de zonas húmedas (otros antecedentes en anexo 1).

Otras citas de relevancia que fundamentan el uso de teledetección en el reconocimiento y evaluación de humedales y que sustentan el trabajo de Oyola son las siguientes:

Smith (1997) quien concluye respecto a que los sensores remotos han probado ser útiles en estudios ecológicos, de hidrología y geomorfológicos. También señala que las bandas en el rango de amplitud visible y del infrarrojo cercano, que poseen las imágenes Landsat,

8 Cuerpo internacional más sólido sobre conservación de humedales desde 1971. En 1981 Chile ratifica su adhesión a la Convención de Humedales Ramsar y la transforma en Ley.

9 En relación a ellos, la declaración oficial de la Convención Ramsar presenta dos definiciones claves en el entendimiento de esta estrategia recomendada, a saber:

1. Las características ecológicas como la suma de los componentes biológicos, físicos y químicos del ecosistema del humedal y de sus interacciones, lo que en conjunto mantiene al humedal y sus productos, funciones y atributos y;
2. El cambio en las características ecológicas es el deterioro o desequilibrio de cualesquiera de los componentes biológicos, físicos o químicos del ecosistema del humedal o de las interacciones entre ellos, lo que en conjunto mantiene al humedal y sus productos, funciones y atributos.

Así el concepto básico de aquellos “indicadores de alerta temprana” es que los efectos se pueden detectar y que, de hecho, éstos son precursores de impactos ambientales reales o señalan su aparición. Si bien es posible que esta ‘alerta temprana’ no aporte forzosamente pruebas definitivas de degradación del medio ambiente en mayor escala, ofrece la posibilidad de determinar si se justifica intervenir o realizar otras investigaciones. Los indicadores de alerta temprana como tales se pueden definir como “las respuestas biológicas, físicas o químicas a un factor de tensión determinado, que preceden a la aparición de efectos que potencialmente pueden ser significativamente desfavorables en el sistema objeto de interés”.

Convención Ramsar, Resolución VII.10.



sirven para una buena delineación de áreas inundadas cuando las nubes, los árboles o la vegetación flotante no oscurecen la superficie del agua.

Villeneuve (2005) quién plantea que el programa Landsat ha sido utilizado con éxito desde 1972 en diversos estudios, ya que las características técnicas de las bandas de éste satélite permiten la discriminación de superficies inundadas y de vegetación.

Otros ejemplos de utilización de este sensor para la detección de cuerpos de agua y/o humedales, también citados por la autora son:

Baker (2006), diferentes estudios indican que las clasificaciones de imágenes Landsat otorgan mejores resultados que otros sensores satelitales para el mapeo de humedales. Además, señala que la exactitud de los métodos de identificación de humedales es apropiada para estudios a nivel de paisaje. El objetivo de su trabajo fue ayudar a una identificación rápida, exacta y técnicamente reproducible para mapear humedales y zonas riparianas a escala de paisaje utilizando imágenes Landsat ETM+ (Enhanced Thematic Mapper plus).

Hewitt (1990) demostró la utilidad de las imágenes Landsat TM (Thematic Mapper), por sus características espectrales y espaciales, para el inventario de ecosistemas riparianos.

Elvidge et al. (1998) utilizaron Landsat MSS (Multispectral Scanner) para obtener tendencias del vigor de la vegetación de humedales.

Colón-Ortiz (2004) utilizó imágenes Landsat TM e IKONOS, mediante índice de vegetación y clasificación no supervisada para determinar el estado de salud de regiones de humedales de la zona oeste de Puerto Rico.

France y Hedges (1986) encontraron áreas mínimas detectables de lagos de 0,6 ha con Landsat TM y de 2,4 ha con Landsat MSS.

Ausseil et al (2007) presentaron un método rápido para mapeo y priorización de humedales a escala regional que no requiere información de campo. Para ello utilizaron imágenes Landsat ETM+ y datos de las coordenadas (utilizando GPS) de humedales los que alimentaron un modelo de análisis de decisión multicriterio (Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA). El modelo fue aplicado en Nueva Zelanda en la Región Manawatu–Wanganui, concluyendo que el método es lo suficientemente rápido para hacer un inventario de humedales para toda Nueva Zelanda (superficie: 268.680 km² aprox.) en un plazo de un año y sólo por una persona. El Departamento de Conservación de ese país adoptó este método para el primer inventario nacional de humedales.

En síntesis una serie de ventajas de las imágenes Landsat TM y ETM+ para el levantamiento y definición de límite de los humedales son establecidas por los estudiosos en el tema, entre las que se encuentran:

- Estas poseen una resolución espacial media de 30 metros (tamaño de píxel) y se caracterizan por presentar 7 bandas espectrales, tres bandas en el espectro visible, una banda en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo térmico.
- Desde 2009 las escenas Landsat son de libre disposición y pueden ser descargadas en forma gratuita desde Internet en el sitio de la United States



Geological Survey (USGS). Con esto, además de poder obtener las escenas más recientes disponibles de esta serie, también se tiene acceso a imágenes de archivo, con una data disponible de más de 30 años, lo que puede ser de gran utilidad para estudios de líneas de base históricas de humedales y de vegetación.

- Otra ventaja es la resolución temporal de estas imágenes que es bastante frecuente con, un tiempo de revisita de 16 días del mismo lugar sobre la superficie terrestre, lo cual permitiría el seguimiento y monitoreo de los ecosistemas de humedales.
- Respecto a su resolución radiométrica, con las bandas que poseen las imágenes Landsat –o por combinación de éstas- se logra penetración del agua, discriminación de vegetación por tipo y vigor y determinación de zonas húmedas.
- En su trabajo Ozesmi (2002) señala que la tecnología Landsat MSS y TM están dentro de los mejores sistemas para el estudio de humedales, pero que clasificar humedales con imágenes de satélites es una tarea difícil.
- El desarrollar una metodología de identificación de humedales en imágenes satelitales, mediante técnicas geomáticas permitirá realizar catastros, con un buen balance costo –efectividad de extensas áreas para conservación a una resolución espacial constante.
- No obstante, y siendo consideradas las limitaciones reconocidas en la Landsat como por ejemplo en su precisión (esta aumenta sobre 2,5 has) asociada a su resolución (30 mts.), en las restricciones eventualmente generadas por cubiertas de nubes, entre otras, un número importante de investigadores son coincidentes en señalar el gran potencial de las imágenes Landsat para el desarrollo de catastros de vegetación y cuerpos de agua.

Por otra parte, en la tarea de precisar información a escala de sitio, entra en juego otra herramienta de percepción remota de gran utilidad: sensores hiperespectrales – como el AISA EAGLE – capaces de captar información de las características de la superficie terrestre simultáneamente en cientos de bandas espectrales adyacentes, con lo que se puede obtener información espectral continua del objeto teledetectado sin necesidad de recurrir a protocolos de extrapolación de mediciones puntuales (Paruelo, 2008). Lo anterior permite ampliar el rango de información para la interpretación de algún tipo de cobertura en particular, ya sea analizando cada banda separadamente o generando índices por combinación de estas.

Mediante el análisis de imágenes hiperespectrales es posible realzar la diferencia entre suelo, vegetación, cuerpos de agua u otro elemento del paisaje. Además la respuesta espectral se puede relacionar con productividad, estacionalidad, fenología, eficiencia de riego, estrés de la vegetación, identificación de especies forestales, riesgo de incendio, especies invasoras, variación temporal y espacial de hábitats terrestres y acuáticos, estado de plantaciones en función del tipo de suelo, discriminación de vegetación no fotosintéticamente activa, entre otros.

El análisis espectral de las bandas, de este tipo de sensores, permite diferenciar y encontrar contrastes no visibles para el rango de visión del ojo humano. Esto hace posible discriminar la fracción acuática de la terrestre, e identificar hábitat del sistema, como también capturar características físicas y algunos otros procesos químicos y/o biológicos dependiendo de la respuesta espectral que generen.

Los fundamentos expresados en líneas anteriores, sumado a la revisión de antecedentes respecto a otras plataformas de percepción remota y sistemas de monitoreo remoto,



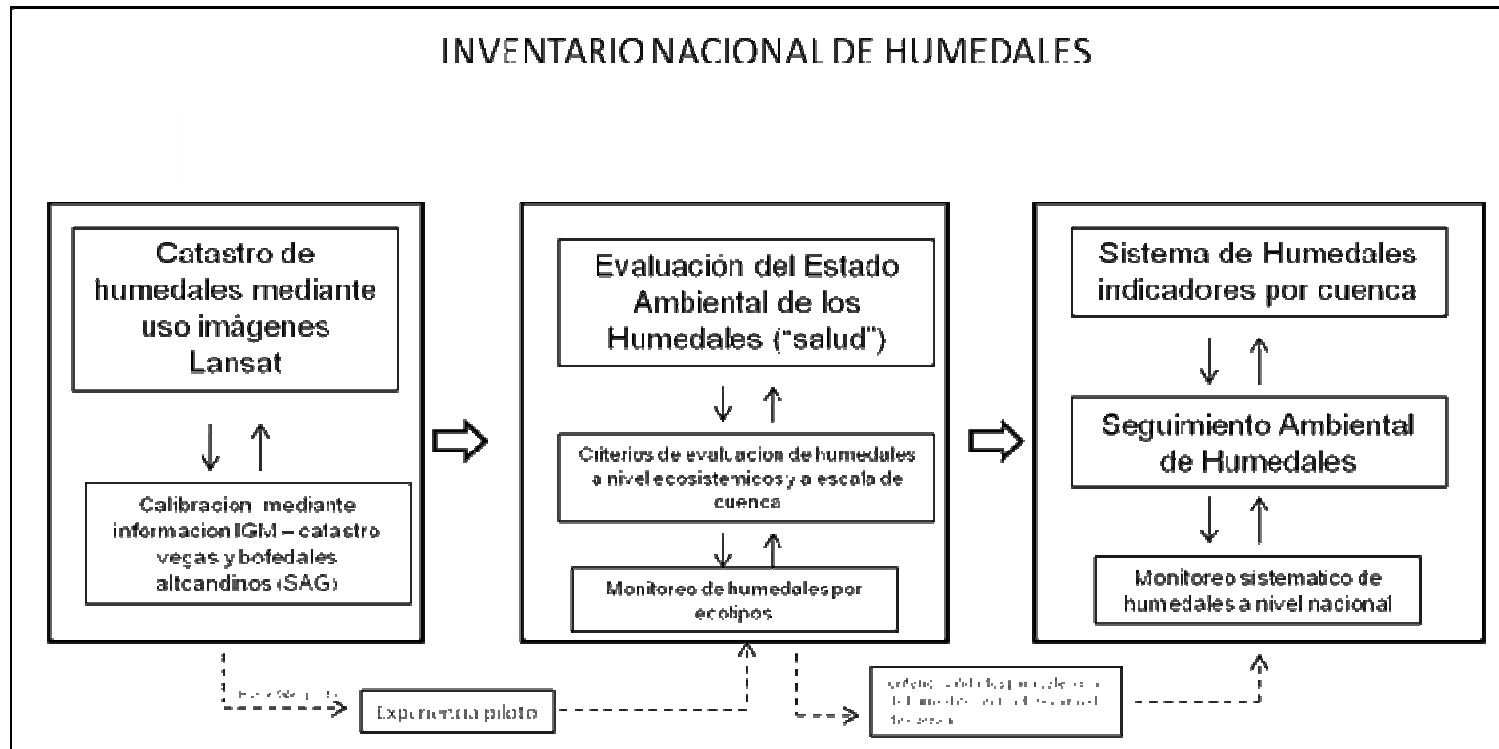
permiten concluir que las imágenes Landsat cumplen con completitud y periodicidad necesaria para desarrollar un catastro de humedales de orden nacional y establecer evaluaciones de alerta temprana y priorización a nivel país. Complementariamente, el uso de un sensor hiperespectral de resolución espacial de un metro se configura como el complemento óptimo para elevar la escala de análisis y evaluación del estado de salud de una cuenca a través de humedales indicadores y su seguimiento periódico.

En Chile, la información que se ha manejado por décadas para la gestión en torno al recurso agua ha tenido un enfoque principalmente dirigido al consumo de agua potable, servicios sanitarios y demanda para el desarrollo productivo industrial y agrícola, reconociendo poco o nada en las políticas públicas anteriores a la existencia de la legislación ambiental, el valor del elemento sinergia entre todos los componentes ambientales vinculados a dicho recurso y el impacto en la naturaleza y ecosistemas ante la modificación o alteración de cualquiera de ellos. Como consecuencia, hoy sabemos de descompensaciones en nuestros ecosistemas acuáticos pero no conocemos sus reales dimensiones, distribución, composición y gravedad de las transformaciones. Con todo, el país hoy, con la incorporación del Catastro nacional de humedales a las actividades de gestión, podrá comenzar la intensa tarea de avanzar en la completitud de una línea base de sus recursos hídricos y biodiversidad integrada y conseguir el conocimiento necesario para poner los humedales del país en franca conservación y/o protección.

En estos términos se plantea un modelo conceptual para elaborar el Inventario Nacional de Humedales (**Figura 1.1**), el cual considera una serie de fases consecutivas para la implementación del mismo. Dentro del cual el catastro nacional de humedales constituye la tarea principal de este estudio.



Figura 1.1. Modelo Conceptual para implementación Inventario Nacional de Humedales.





2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Principal del Proyecto

Elaborar un Diseño de inventario nacional de humedales, integrado y que permita implementar un sistema de seguimiento ambiental de humedales, que apoye las estrategias de conservación y las decisiones en planificación ambiental territorial, en ambientes que albergan estos ecosistemas.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Desarrollar los criterios y procedimientos a través de los cuales se elabore un Inventario Nacional de Humedales, para efectos de fiscalización, evaluación y monitoreo de humedales.
- 2.2.2. Aplicar las metodologías adecuadas para el Inventario nacional, contemplar una base de datos para cubrir los requerimientos a nivel local, regional y nacional sobre información de humedales.
- 2.2.3. Identificar criterios para selección de humedales indicadores de la cuenca hidrográfica, desarrollando cartografía digital para análisis de la información.
- 2.2.4. Identificar las metodologías para un sistema integrado y multiescala, de monitoreo ambiental de los humedales, que considere procedimientos aplicados internacionalmente.



2.3. Alcances de Estudio

Como se menciona en líneas precedentes, el objetivo general del proyecto es desarrollar un inventario nacional de humedales enfocado a la implementación de un sistema de gestión de humedales que apoye estrategias de conservación y las decisiones en planificación ambiental de nuestro país. Como también es posible reconocer en los antecedentes bibliográficos revisados, que un inventario de humedales incorpora una serie de elementos que lo hacen complejo y dinámico (ver anexo 1). Es así que el proceso de diseño e implementación del sistema es temporalmente amplio debiendo considerar necesariamente una etapa de exploración y ajustes y posteriormente una constante revisión y adaptación a necesidades resultante de los nuevos conocimientos que se vayan dando en su completitud. Con todo, el presente trabajo se circunscribe en una primera etapa -de tres- que busca materializar los cimientos del sistema, elaborando un catastro con una herramienta de teledetección y de referencia espacial, los humedales de todo el territorio nacional continental e islas mayores, es decir generar un catastro nacional de los humedales de Chile. Este catastro se constituye como un requerimiento y parte fundamental del inventario, sobre el cual consiguientemente se podrán poblar antecedentes de las características físico-químicas y biológicas de un humedal y evaluar sus necesidades de monitoreo periódico a escala de sitio, teniendo como base conceptual la clasificación de humedales por Ecotipos bajo perspectiva ecosistémica.

Como parte de una propuesta metodológica piloto para el proceso de poblamiento -a escala de sitio- del futuro inventario nacional de humedales, este trabajo además desarrolla un estudio experimental en humedales indicadores del estado de salud de una cuenca piloto utilizando imágenes hiperespectrales del sensor AISA EAGLE de mayor resolución -tanto espacial como espectral- considerando toma de muestras de indicadores físico-químicos previamente definidos como variables estado de acuerdo a la clasificación del humedal por Ecotipos (Ver estudio "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica").

Como resultado de la revisión, selección y sistematización desde el universo de información aludida en líneas anteriores, los elementos fundamentales a considerar en el desarrollo de esta fase de catastro del inventario nacional de humedales, se resumen en el **Tabla 2.1**.



Tabla 2.1: Síntesis de información fase de Catastro del Inventario Nacional de Humedales de Chile.

Ámbito	Antecedentes
1. Propósito y objetivos	Contar con cartografía nacional de humedales y base de datos según objetivos de gestión, además de establecer los requerimientos de un sistema de alerta temprana y seguimiento ambiental de humedales, para apoyar las estrategias de conservación y las decisiones en planificación ambiental territorial. En una etapa posterior de desarrollo del Inventario se debe prever una fase de exploración y ajuste de la estructura propuesta, en acuerdo a nuevos requerimientos surgidos de su implementación.
2. Examen de la información	Se examinan las recomendaciones que RAMSAR entrega en su diversidad de manuales, algunas experiencias internacionales en la implementación de sistemas de gestión e iniciativas a nivel nacional en torno al tema, así como algunos resultados de estudios acerca de la evaluación del uso de la percepción remota en el relevamiento de información necesaria para cubrir los diversos ámbitos de la gestión integrada de humedales.
3. Examen de los métodos	Se evalúa la factibilidad y alternativas del uso de tecnología de percepción remota y SIG para el desarrollo de Catastro e Inventario Nacional de Humedales.
4. Escala y resolución	Imágenes satelitales Landsat con resolución espacial de 30x30 mts. Imágenes hiperespectrales AISA de resolución espacial de 1x1 mt. Cartografía a Escala Nacional: 1:250.000. Cobertura digital a Nivel de Cuenca: escala 1:80.000 a 1:50.000 creada a partir de las imágenes Landsat. Cobertura digital a Nivel de Sitio: creada desde imágenes AISA EAGLE, de 1 metro o menor.
5. Conjunto de datos básicos.	Se contempla un contenido base del Catastro a nivel país que incorpora datos geográficos y de geometría de los cuerpos de agua obtenidos desde imágenes satelitales, además de algunos indicadores biofísicos como detectores del estado trófico de un humedal. Complementariamente se incorporan antecedentes territoriales desde bases secundarias de información en apoyo a la detección de humedales indicadores del estado de la cuenca.
6. Método.	El alcance de este estudio cubre la generación de cartografía nacional de humedales y establece la estructura básica de datos para poner en marcha un sistema nacional de alerta temprana y priorización en el manejo de humedales, con aplicación experimental en la generación de datos y cartografía de índices biofísicos a escala local en humedales indicadores de estado de salud para una cuenca piloto. En lo que respecta a cartografía el método incorpora: Análisis de imágenes satelitales Landsat (generación de índices; NDVI,



	NDWI, fotointerpretación) y análisis de imágenes de alta resolución espacial y espectral (sensor AISA) con identificación de cuerpos de agua en escala de cuenca y cobertura de vegetación, estado de salud, clorofila en el agua en escala local. Generación de base de datos estandarizada.
7. Estudio piloto	Se realizará un estudio experimental a humedales indicadores de estado de salud de la cuenca, en una cuenca piloto, priorizada por estado de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Se consideran además, como conceptos de base, los desarrollados en el marco de la Convención RAMSAR¹⁰ y con ajustes en acuerdo a la realidad nacional y marco conceptual del estudio, a saber:

Definición Ramsar de Humedal: de acuerdo a lo definido por Ramsar, se consideran humedales la variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses.

Consideraciones especiales del presente estudio: Es importante precisar que debido a la resolución espacial considerada para el catastro a nivel nacional a través del uso de imágenes satelitales, se incluyen en el inventario nacional de humedales todos aquellos humedales superiores a 0,4 há -que puedan ser identificados con la metodología propuesta para ello- sin perjuicio que en etapas posteriores de manejo y actualización del inventario sean reconocidos e incorporados aquellos de superficie menor (a escala local), si sus características ecológicas así lo ameritan y las nuevas tecnologías accesibles a la institucionalidad pública lo permitan.

Como complementariamente se señala en el punto 31 del documento de Marco Estratégico y Lineamientos para el desarrollo de una lista de humedales Ramsar: “Es importante que cada Parte Contratante llegue a un entendimiento a nivel nacional sobre cómo se ha de interpretar la definición de “humedal” de Ramsar y las divisiones biogeográficas que se aplicarán. La definición de “humedal” es muy amplia, ya que refleja el alcance mundial de la Convención y ofrece a las Partes Contratantes amplio margen y flexibilidad para garantizar la compatibilidad entre los esfuerzos nacionales, supranacionales/regionales e internacionales de conservación de los humedales.”

Acogiéndonos a la sugerencia enunciada por el mencionado marco internacional y bajo la premisa que se está en la etapa de descubrimiento, reconocimiento y conocimiento de lo que tenemos como potencial recurso a ser protegido o conservado de manera sostenible, es que la definición de humedal que se ha seleccionado para el Inventario Nacional de Humedales corresponde a:

¹⁰ Manual 11 de Ramsar “Inventario, evaluación y monitoreo”



“ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente de agua, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”¹¹.

Finalmente, en relación a los humedales marinos, quisiéramos aclarar que por su particular dinámica, complejidad y estado del arte de las investigaciones que en torno al ambiente marino se llevan acabo en paralelo, la presente fase de Catastro del inventario nacional de humedales no los incorporará, ni definirá criterios preliminares de clasificación y evaluación para ellos, sin perjuicio que estos puedan ser incorporados en el futuro, así como la batimetría de detalle que permita establecer los 6 metros de profundidad (Ramsar), junto al universo de variables que se conjugan para definir su funcionamiento y estructura.

Definición Ramsar de *Inventario de humedales*: Recolección y/o reunión de información básica para la gestión de los humedales, incluido el establecimiento de una base de información para actividades de evaluación y monitoreo específicas.

Consideraciones especiales del presente estudio: En acuerdo a los objetivos planteados para este estudio, el desarrollo del Catastro de humedales del país está esencialmente focalizado en generar una herramienta estratégica para la gestión de humedales, la cual corresponde a un sistema de alerta temprana del estado de salud de una cuenca. Para ello considera el levantamiento de todos los humedales de Chile continental e islas mayores con tecnología de percepción remota y SIG, lo que permitirá incorporar al Inventario Nacional, los primeros indicadores biofísicos de base nacional expresados territorialmente y la capacidad de proyectar sistemas de evaluación multitemporales.

Incluyendo antecedentes requeridos para actividades de evaluación y monitoreo específicas de un sistema de gestión, se lleva a cabo un estudio experimental en un área piloto como experiencia de implementación de las actividades a nivel local, desarrollando una aproximación metodológica para levantamiento de otros humedales a escala de sitio, en iniciativas futuras. Como recurso de apoyo en la priorización de humedales indicadores sobre una cuenca, se incorpora en esta fase de catastro y estudio experimental, un conjunto de fuentes secundarias de información al inventario, para el apoyo en la evaluación y definición de humedales indicadores y de variables estado de acuerdo a vocación de la cuenca y Ecotipo.

Definición Ramsar de *Evaluación de humedales*: Determinación del estado de los humedales y de las amenazas que pesan sobre ellos, como base para reunir información más específica mediante actividades de monitoreo.

Consideraciones especiales del presente estudio: como parte de esta fase de Catastro, para la evaluación de humedales se desarrolla, a nivel nacional y con alcance regional, una herramienta de diagnóstico temprano y priorización de humedales basada en la clasificación de Ecotipos de perspectiva ecosistémica para los tipos Costero y Continental, la que se fundamenta en los siguientes planteamientos:

¹¹ Concepto utilizado en el marco del desarrollo del Sistema de Clasificación de Humedales por Ecotipos de perspectiva ecosistémica asociada a una cuenca hidrográfica (Contreras, 2006).



- Es posible asociar por cuenca hidrográfica las funciones y amenazas de los humedales de acuerdo al Ecotipo correspondiente.
- Es posible desarrollar planes de manejo generales para cada Ecotipo.
- Es posible establecer vínculos entre propiedades y amenazas de un humedal a través del análisis con perspectiva ecosistémica y proveer una jerarquía de sitios a conservar.

Complementariamente, se incorporan al inventario las capas de información territorial de plantas de tratamiento de aguas servidas, minería, área agrícola, riles, centros urbanos como elementos de apoyo para el análisis y priorización por cuenca, definición de humedales indicadores y posterior levantamiento de datos a nivel local en el avance y llenado de datos del Inventario Nacional de Humedales del país lo cual fue implementado y ejercitado a través de un área piloto en el marco de este estudio.

3 METODOLOGIA

3.1 Elaboración de catastro nacional de humedales

3.1.1 Definición de unidad geográfica operacional

La presencia de los humedales en Chile está asociada fundamentalmente a una unidad hídrica mayor denominada Cuenca Hidrográfica¹², la que por sus características topográficas y orientación suele articular a los territorios de Este a Oeste, incluso interactuando sobre la planicie litoral con el espacio marino. La posición consecutiva de estas cuencas de Norte a Sur, de menor a mayor densidad en su red, finalmente delimitan la extensión continental del territorio nacional a ser cubierta por el inventario.

Internacionalmente una de las soluciones que se han planteado a los problemas de agua y su impacto en la tarea de superación de pobreza y desarrollo de pueblos, es su gestión integrada dentro de su unidad elemental: La Cuenca hidrográfica. La OCDE ya en el 2005 recomendaba al país un enfoque de gestión integrada de cuencas para mejorar el manejo de los recursos hídricos y forestales y para la generación de servicios ambientales, así como el potenciar el énfasis en el manejo del agua para la protección de los ecosistemas acuáticos; mejorar la integración de las consideraciones ambientales en el manejo del agua estableciendo un régimen sólido para los caudales ecológicos mínimos y normas biológicas sobre la calidad del agua¹³.

Los problemas de agua que han sido diagnosticados para Chile¹⁴ son representaciones claras de la naturaleza articulada de los diversos humedales al interior de su unidad de escala mayor Cuenca hidrográfica.

¹² La cuenca u hoyo hidrográfica de un caudal de aguas la forman todos los afluentes, subafluentes, quebradas, esteros, lagos y lagunas que afluyen a ella, en forma continua o discontinua, superficial o subterráneamente. (Código de aguas, DGA).

¹³ Evaluaciones de desempeño ambiental, Chile. OECD-CEPAL, 2005.

¹⁴ Situación diagnóstica del recurso agua en Chile

Zona Norte: Problemas de disponibilidad de agua para el consumo humano, Extracción de agua al interior de áreas protegidas, Desecamiento de bofedales, Disminución de los niveles de agua subterránea, Contaminación de las aguas;



Finalmente, como se menciona en el estudio de profundización “Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales” (SAG-CEA 2006) “el patrón hidrológico de la cuenca es el principal factor forzante para los humedales y por ello, diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal generan una variedad de respuestas dentro de éste. Por ende, los humedales son un reflejo de las condiciones ambientales presentes en la cuenca hidrológica, donde los aportes directos (ej. ríos) o difusos (ej. escorrentía) afectan su comportamiento” (ver Anexo 3), enfatizando luego, que en el funcionamiento de los humedales existen tres supuestos a considerar en su gestión:

- Los humedales son un “espejo” de la condición ambiental de la cuenca y de los cambios que en ella ocurren, así como también de las actividades que se realicen en el interior del humedal.
- Los humedales son sistemas que acumulan los materiales que en él ingresan, esto les confiere una capacidad de “filtración”, que en la actualidad esta siendo utilizada para el tratamiento de aguas.
- Los humedales que se encuentran en un estado eutrófico siguen acumulando materiales, sin embargo, también liberan materiales desde los sedimentos. Este proceso se denomina recarga interna.

3.1.2 Definición de escala, resolución espacial y conjunto básico de datos para el Catastro Nacional de Humedales

De acuerdo al estado nacional de los antecedentes en el tema de humedales en Chile, fue posible reconocer una diversidad importante en el uso de escalas de detalle y datos relevados para el estudio de humedales.

Siguiendo las recomendaciones Ramsar y los requerimientos de gestión del Inventario Nacional de Humedales, las escalas espaciales a trabajar son las siguientes:

Nacional: cubierta por el levantamiento de información desde imágenes satelitales Landsat y complementada con información nacional de Ecotipos, entre otras fuentes secundarias, el objetivo central de esta escala espacial es la representación del universo de humedales de Chile y sus relaciones territoriales, pudiendo alcanzar la representación gráfica del recurso una escala 1:80.000. Respecto al cuerpo de datos, esta escala territorial es posible vincularla al nivel 1 de la propuesta Ramsar para inventario de humedales denominada “Cuenca Fluvial o Isla” (ver **Figura 3.1**) la cual incorpora datos generales de geología, clima, biogeografía, entre otros, los que se incorporan en el estudio sujeto a la disponibilidad de ellas desde el mandante.

Zona centro sur: Crecimiento urbano y expansión de las actividades silvoagropecuarias, Contaminación por plaguicidas y fertilizantes, Prácticas de riego poco eficientes, Contaminación industrial de las aguas;

Zona sur austral: Desarrollo de actividad acuícola (contaminación por exceso de materia orgánica), Prácticas silvoagropecuarias inadecuadas (contaminación/erosión), Desarrollo de proyectos hidroeléctricos en zonas de alto valor de conservación, y/o turístico, Documento CONA;MA: Participación Social en la Estrategia Integrada de Cuencas Hidrográficas.

En: [http://www.pnuma.org/agua-miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA%20\(2\)/Participacion%20social%20en%20la%20Gestion%20de%20Cuencas.pdf](http://www.pnuma.org/agua-miaac/REGIONAL/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA%20(2)/Participacion%20social%20en%20la%20Gestion%20de%20Cuencas.pdf)



Regional: Geográficamente esta escala puede contener las mismas características del nivel Nacional con la particularidad de ser vinculada a la división política administrativa del país permitiendo entonces relacionar el recurso con elementos propios del nivel Regional. En el ámbito de los datos, el nivel Regional puede alcanzar a cubrir el nivel 2 “Región del Humedal” y nivel 3 “Complejo del Humedal” en acuerdo a la propuesta Ramsar. Puede incorporar antecedentes de Ecotipos, superficies, referencias territoriales administrativas, altitud, clima, hidrología, vegetación. El objetivo de esta escala en el ámbito particular de esta propuesta es acoger el análisis y diagnóstico del estado de salud de una cuenca hidrográfica a través del análisis conjunto de coberturas de información territorial como PTAS, minería, agricultura, riles y centros urbanos.

Local: Geográficamente corresponde a escala de sitio y la precisión es obtenida a través de imágenes hiperespectrales AISA, con alta resolución espacial y espectral, con una representación gráfica que puede llegar hasta 1:2000 e incluso de mayor detalle si es posible controlar menores alturas de vuelo. En término de datos, a esta escala se individualizan indicadores biofísicos como cobertura de vegetación, clorofila a, agua e incluso se puede llegar a definir, como propone Ramsar para su nivel 4 de Inventario de humedales, antecedentes físicos, químicos y biológicos de la estructura y funcionamiento del humedal. Particularmente en este estudio, el alcance para esta escala se logra a través del estudio piloto en tramos indicadores de estado de cuenca del río Aconcagua.

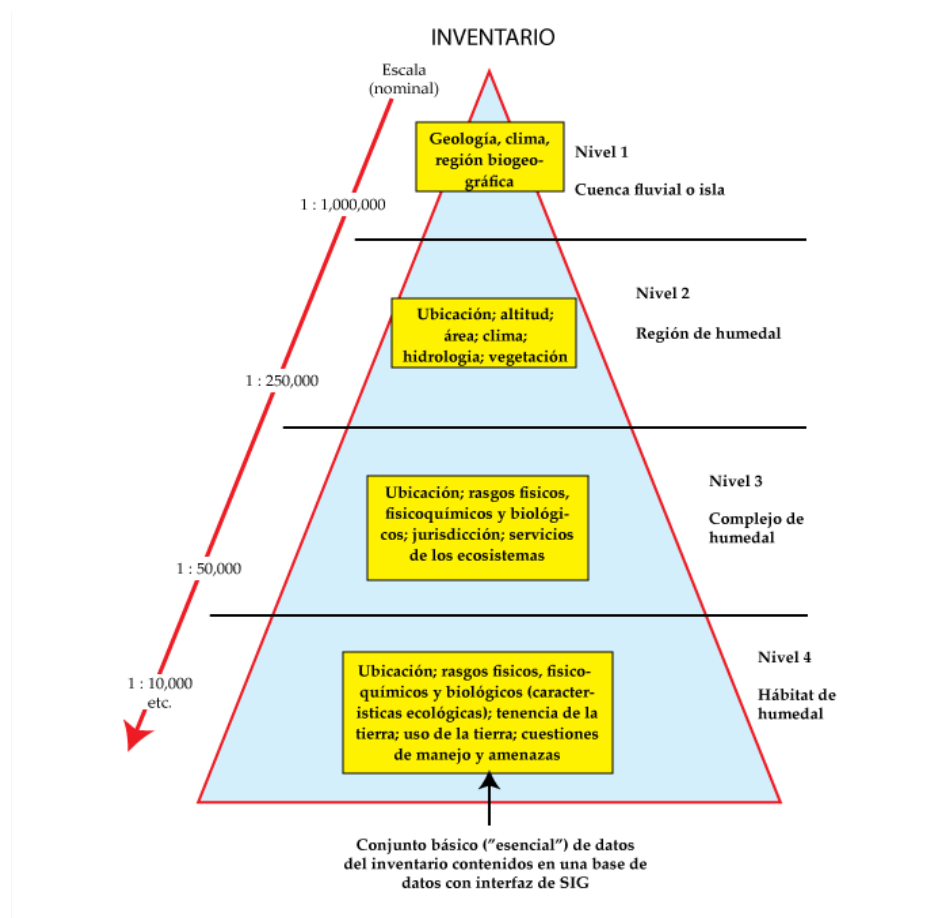


Figura 3.1. Escalas para inventario de humedales.
Fuente: <http://www.ramsar.org>.



3.1.3 Criterios para la delimitación de humedales

Los criterios a utilizar para delimitar los humedales corresponden a la expresión espacial de las variables de estado identificadas en CEA (2006)¹⁵. Específicamente, se utilizó los espejos de agua y la vegetación azonal, como indicadores de la presencia y extensión espacial de los humedales.

3.1.4 Metodología de detección de humedales mediante sensores remotos.

La interpretación digital de las imágenes de satélite se basa principalmente en el análisis del comportamiento espectral de los elementos fundamentales del paisaje (Jensen y Chuvieco, en Oyola, 2009). Para cubrir los objetivos propuestos para esta fase de catastro del inventario nacional de humedales, las variables a ser analizadas corresponden a las siguientes:

- **Vegetación:** la cual es especialmente variable, dependiendo de múltiples factores como el estado fenológico, la forma y el contenido en humedad. De manera general se puede decir que la vegetación presenta una reducida reflectividad en las bandas visibles (azul, verde y rojo), con un máximo relativo en la región del verde 0.55 μm . Esto se debe al efecto absorbente de los pigmentos fotosintéticos de las hojas. Entre ellos, la clorofila absorbe en la zona del rojo.

La estructura celular interna da la elevada reflectividad en el infrarrojo cercano que luego va reduciéndose paulatinamente hacia el infrarrojo medio. Por tanto, el contraste más nítido se presenta entre las bandas visibles (especialmente rojo) y el infrarrojo cercano. Cuanto mayor es ese contraste, mayor es el vigor de la vegetación.

En definitiva, tres parámetros -pigmentos, estructura celular y contenido en agua- manifestados en la respuesta espectral de la masa de vegetación de la que forman parte, puede servir para establecer el estado de salud de la vegetación.

- **Agua:** esta refleja en el rango de la luz visible y casi no refleja en el rango del infrarrojo. Se distingue muy bien de otras superficies, apareciendo claramente delimitadas como áreas oscuras (valores de píxel bajos) en imágenes registradas en el rango cercano al infrarrojo. Es decir que, absorbe o transmite la mayor parte de la radiación visible que recibe. Por tanto presentará una curva espectral plana, baja y de sentido descendente. A pesar de esto, en aguas poco profundas, la reflectividad aumenta, ya que es afectada por: la profundidad, contenido en materias en suspensión (clorofila, arcillas y nutrientes) y rugosidad de la superficie.

De acuerdo a lo descrito, cada una de las superficies refleja la radiación de manera distinta para las diferentes longitudes de ondas a las que sean expuestas. La radiación reflejada en función de la longitud de onda se llama firma espectral de la superficie y un ejemplo de su representación gráfica se muestra en la **Figura 3.2**.

¹⁵ Centro Ecología Aplicada. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Servicio Agrícola Ganadero (SAG). Santiago. 81 pp.

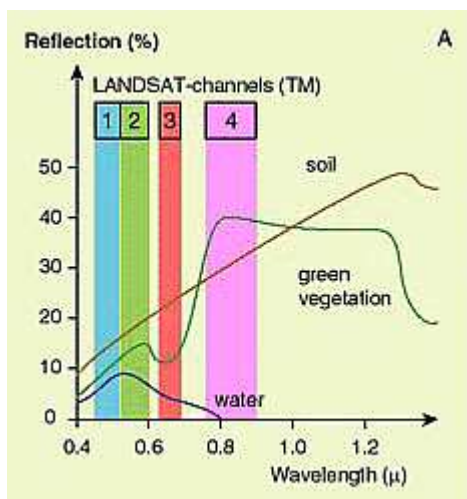


Figura 3.2. Firmas espectrales típicas para tres tipos de superficies mostrando el rango que cubren las bandas 1, 2, 3 y 4 del Satélite Landsat TM. Fuente: www.eduspace.esa.int.

3.1.5. Utilización de imágenes multiespectrales Landsat

El programa Landsat existe desde 1972 y es considerado uno de los programas más fructíferos de teledetección espacial desarrollado hasta el momento. Ha sido utilizado con éxito en diversos estudios (Villeneuve, 2005), debido a la buena resolución de sus sensores, su carácter global, lo periódico de la observación que realiza y su gran difusión (Jensen 1996 y 2007; Chuvieco, 2002). Además, como se menciona en líneas anteriores, las características técnicas de las bandas de éste satélite permiten discriminar superficies inundadas y de vegetación, Algunos antecedentes específicos complementarios se revisan en la **Tabla 3.1**

**Tabla 3.1.** Características técnicas de las imágenes Landsat 5 TM y 7 ETM.

Banda	Espectro	5 TM		7 ETM+	
		Ancho de banda (µm)	Tamaño de píxel (m)	Ancho de banda (µm)	Tamaño de píxel (m)
1	Azul	0,45-0,52	30 x 30	0,450-0,515	30 x 30
2	Verde	0,52-0,60	30 x 30	0,525-0,605	30 x 30
3	Rojo	0,63-0,69	30 x 30	0,630-0,690	30 x 30
4	Infrarrojo cercano	0,76-0,90	30 x 30	0,750-0,900	30 x 30
5	Infrarrojo medio	1,55-1,75	30 x 30	1,55-1,75	30 x 30
6	Infrarrojo térmico	10,4-12,5	120 x 120	10,4-12,5	60 x 60
7	Infrarrojo medio	2,08-2,35	30 x 30	2,080-2,350	30 x 30
8	Pancromática	-		0,520-0,900	15 x 15

Fuente: <http://glovis.usgs.gov/>

Accesibilidad a las imágenes Landsat

Actualmente la *United States Geological Survey* (USGS), organización del gobierno americano responsable de la distribución de las imágenes Landsat, ofrece estas imágenes gratuitamente y pueden ser descargadas directamente desde su sitio en Internet (<http://glovis.usgs.gov>). En caso de necesitar una escena de una fecha no disponible en la USGS es factible adquirirla en otros sitios de distribución. Por lo tanto, además de obtener las escenas más recientes disponibles de esta serie, también se tiene acceso a imágenes de archivo, con una data disponible de más de 30 años, lo que facilita emprender un análisis histórico de la evolución de humedales y de vegetación.

Para la identificación de humedales a escala de cuenca se revisaron imágenes Landsat, disponibles en dos bases de datos (USGS e INPE)¹⁶. Los criterios de selección de las imágenes son: dos imágenes por escena, que cubren la misma área geográfica en distinta época del año (invierno / verano) para detectar la máxima expresión espacial del humedal, baja o nula cobertura de nubes y en lo posible de años que no estén influenciados por los fenómenos del Niño o la Niña. Cabe señalar que no siempre se encontraron imágenes disponibles que cumplieran con todos los criterios señalados.

¹⁶ USGS United States Geological Survey

INPE Instituto Nacional de Pesquisas spaciais, Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasil



Procesamiento de imágenes Landsat

Preproceso

Se realizó corrección atmosférica a las imágenes Landsat. Ésta corrección se utiliza para eliminar distorsiones de las imágenes debido a los efectos de las partículas presentes en la atmósfera. Comprende principalmente la eliminación del efecto de la dispersión de la radiación electromagnética originada por parte de los gases y partículas en suspensión en la atmósfera. Para ello se utilizó el modelo de Chávez, (Chávez, 1975 en Chuvieco, 2002) donde se indica que los cuerpos u objetos de alta absortividad deberían tener valores de nivel digital cero (Chuvieco, 2002), este procedimiento, conocido como *Dark Object Subtraction Model* (DOSM), necesita datos de la variación solar, de la fecha del año e inclinación del ángulo de elevación del sol, con ellos se puede eliminar el efecto de la niebla sobre la imagen.

La geometría de la imagen se contrastó con cartografía vectorial de drenes y caminos de escala 1:50.000, de base del IGM y actualizada por otros proyectos. En caso de presentar errores mayores a la resolución espacial de la imagen (30 m) estos vectores se utilizaron para obtener puntos de control y rectificar la imagen.

Análisis de las imágenes Landsat

El proceso de análisis de las imágenes satelitales Landsat incluyó la generación de los índices NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) y NDWI (*Normalized Difference Water Index*).

Generación de índices NDVI y NDWI en imágenes Landsat

Los índices sirven para mejorar la capacidad de interpretación de los datos, suelen ser utilizados para optimizar la discriminación entre dos cubiertas con comportamiento reflectivo muy distinto entre dos bandas (Chuvieco, 2002).

Uno de los índices espectrales más usados en teledetección es el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación, NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

$$NDVI = \frac{\rho_i IRC - \rho_i R}{\rho_i IRC + \rho_i R}$$

Este índice permite estimar el estado de la vegetación en base a la intensidad de la radiación de las bandas del espectro electromagnético, del infrarrojo cercano (IRC) y rojo (R). En este sentido cabe destacar la posibilidad de caracterizar el estado fotosintético de la vegetación a partir de la combinación de dos bandas espectrales. Es en estas dos zonas espectrales es donde aparece la principal diferencia entre la vegetación sana y vigorosa, con alto contenido de humedad y la vegetación enferma sin mostrar actividad fotosintética.

Los valores entregados por el índice varían entre -1 y 1. Si el valor se acerca a 1 esta indicando una vegetación vigorosa y sana, los valores cercanos a cero se relacionan con suelo fraccionado a desnudo, valores negativos generalmente corresponden a nubes o



cuerpos de agua. Además mediante el empleo de este índice podemos identificar diferentes grados de cobertura vegetal.

Para delimitar las superficies cubiertas con agua y detectar su cambio temporal se empleó el Índice de Diferencia Normalizada de Agua, NDWI (*Normalized Difference Water Index*) (Gao, 1995; McFeeters, 1996).

$$NDWI = \frac{\rho_i V - \rho_i IRC}{\rho_i V + \rho_i IRC}$$

Este índice es conveniente para detectar la presencia de superficies de agua, dada su alta reflectividad en el verde (V) y baja reflectividad en el infrarrojo cercano (IRC). Las imágenes generadas con este índice muestran los cuerpos de agua en forma destacada, apareciendo en tonos claros las superficies de agua.

Los valores del NDWI varían entre -1 y 1, asociando valores positivos para las superficies con agua o húmedas y cero o negativo para el suelo y la vegetación terrestre estresada.

Identificación y digitalización de los humedales desde imágenes Landsat

Una vez realizado el preproceso, el procedimiento para la identificación de los polígonos, consiste en consultar alternadamente -en un SIG- las imágenes de los índices calculados y las imágenes que conforman la escena en falso color convencional. Lo anterior a objeto de poder discriminar cuando nos encontramos en los valles o en los fondos de quebradas, pudiendo verificar la presencia de sombras o de nieve que distorsiona la interpretación. Para la identificación también son útiles los vectores de drenes y cuerpos de agua, que permiten una clara interpretación de la línea de costa, meandros e inicio y termino de cursos de agua. La **Figura 3.3** esquematiza el proceso de identificación de humedales con las imágenes Landsat.

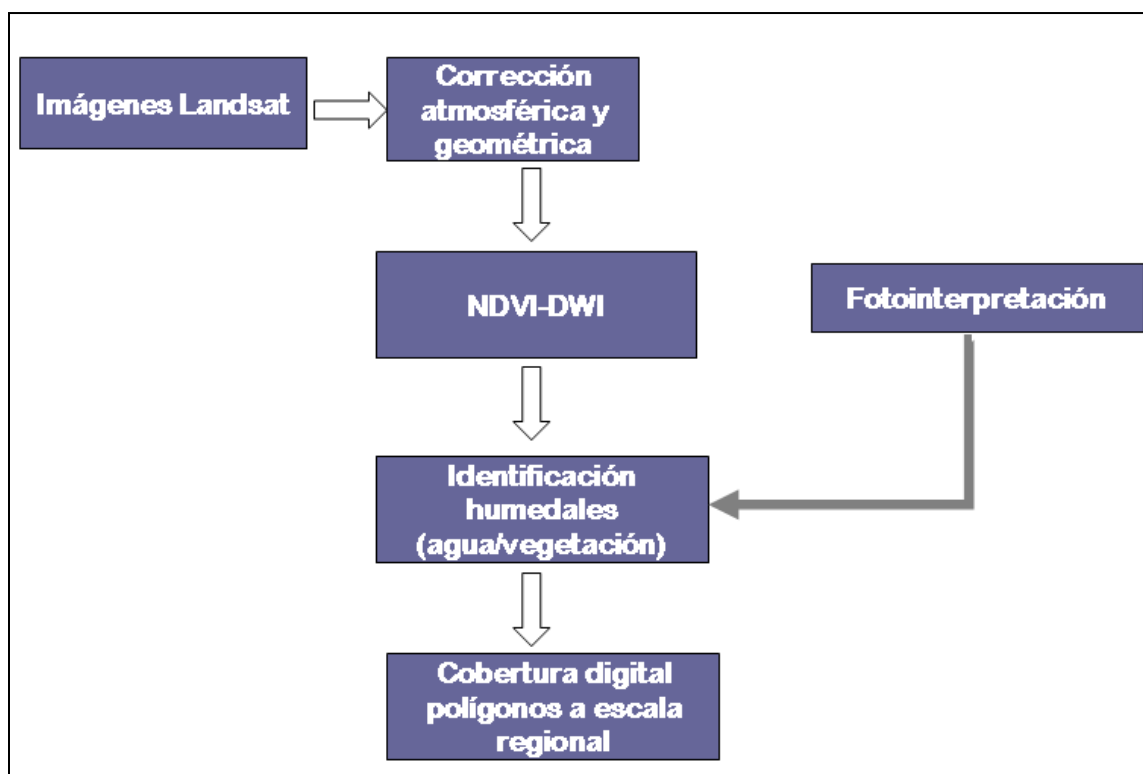


Figura 3.3. Proceso de identificación de humedales con sensores remotos propuesto.
Fuente: elaboración propia.



3.1.6 Procedimiento de Calibración del Catastro de Humedales

Validación de la clasificación (matriz de confusión)

En una matriz de confusión las clases reales (clases de referencia) aparecen en columnas, mientras que las unidades identificadas computacionalmente aparecen en las filas de la matriz. La tabla así formada nos presenta una visión general de las asignaciones, tanto de las correctas (elementos de la diagonal) como de las migraciones o fugas (elementos fuera de la diagonal) (Ariza, 1996).

Para validar los resultados obtenidos en el proyecto, se utilizaron todos los polígonos identificados en las imágenes Landsat, los que conforman la cobertura digital del catastro de humedales realizado. Para llevar a cabo este proceso se generaron dos matrices de confusión (o matriz de error), con la primera de ellas se comparó el catastro de humedales con la cartografía de red hídrica del Instituto Geográfico Militar (IGM) y con la otra se contrastó la cobertura de vegetación azonal de autoría del Servicio Agrícola Ganadero (SAG).

3.2 Información relevante para determinar la condición ambiental de los humedales

3.2.1 Definición condición ambiental de humedales

Para la definición de la condición ambiental de los humedales se utilizó el análisis de la condición basal esperada para los humedales según la clasificación de Ecotipos y la jerarquización de amenazas (CONAMA-CEA, 2006).

3.2.2 Identificación de tipo de amenazas

En el estudio CONAMA-CEA (2006)¹⁷ se realizó una selección y jerarquización de las amenazas (Tabla 3.2), en función de la relación de los procesos que fueron utilizados para definir los Ecotipos. La jerarquización establece que las amenazas de tipo físico son capaces de modificar el sistema globalmente, cambiando su estructura y funcionamiento. Las amenazas de tipo químico alteran componentes específicos del sistema (abiótico y/o biótico), no obstante, si la masa de elementos o compuestos químicos sobrepasa la capacidad de carga del sistema, éstos son capaces de afectar el sistema globalmente. En cambio las amenazas de tipo biológico afectan solamente componentes específicos del sistema.

Es importante señalar que la menor recarga hídrica observada en las últimas décadas a nivel nacional, es la principal amenaza que afecta la estructura y funcionamiento de los humedales.

¹⁷ CONAMA-CEA, 2006. *Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica*. Santiago. 114 pp.

**Tabla 3.2.** Jerarquización de las amenazas en función de los Ecotipos.

Ecotipos	Amenazas		
	Físico	Químico	Biológico
Intrusión salina	Alteración dinámica barra terminal. Extracción y modificación de caudal agua superficial de tributarios (ej. camino costero). Quema vegetación ripariana	Actividad agrícola (fertilizantes, pesticidas). Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Pastoreo. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Evaporación	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales	Pastoreo
Infiltración (A)	Extracción agua superficial. Drenaje. Sedimentación. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Monocultivos. Pastoreo
Infiltración saturado (B)	Modificación tiempo residencia del agua. Sedimentación. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes. Descargar Riles con alta concentración sales	Extracción biomasa. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Escorrentía	Extracción agua superficial. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Deforestación vegetación ripariana
Afloramientos subterráneos	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales. Descargar Riles con alta concentración sales. Actividad agrícola	Pastoreo. Introducción especies exóticas. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Ácidos orgánicos	Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	
Isoterma O°C	Modificación tiempo residencia del agua	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Introducción especies exóticas. Pastoreo

A partir de las amenazas señaladas anteriormente, se realizó una revisión de bases de datos espacializadas disponibles en diferentes instituciones públicas, para identificar aquellas que permitían realizar un análisis espacial de las mismas. Estas bases de datos constituirán una información complementaria al catastro de humedales, para evaluar su condición ambiental.



3.3 Determinación del rol de los humedales como indicador del estado ambiental de los recursos hídricos a nivel de cuenca

3.3.1 Enfoque conceptual

Las bases conceptuales para el uso de los humedales como indicador del estado ambiental de los recursos hídricos a nivel de cuenca, se analizó a partir de la publicación “Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales” (SAG-CEA 2006).

3.3.2 Criterios para la localización de humedales a nivel de cuenca

Se utilizó como principal criterio la localización espacial de los humedales determinada a partir del catastro, en función de la calidad y cantidad de amenazas existentes en la cuenca.

3.3.3 Indicadores estado según Ecotipos

Los indicadores de estado corresponden a los identificados por Ecotipos en el estudio CONAMA-CEA (2006), los cuales se presentan en el Anexo 3.

3.3.4. Estudio experimental humedales piloto

Para poner en evidencia el valor de los humedales como indicadores a nivel de cuenca y ajustar la tecnología a utilizar, se desarrolló un estudio experimental en humedales pilotos en la Cuenca del río Aconcagua, en la V Región. La cual fue seleccionada por presentar fuentes diversas de contaminación puntual y difusa que constituyen amenazas para la condición ecológica de los humedales.

3.3.4.1 Criterios de identificación y delimitación de humedales piloto

En la cuenca del río Aconcagua se seleccionaron 6 tramos (**Figura 3.4**), un mayor detalle de los mismos se encuentra en el Anexo 4.

Los tramos seleccionados según los siguientes criterios fueron: i) Tramo 1, condición control a nivel cuenca; ii) Tramo 2, presencia aporte puntuales derivados de la minería y difusos provenientes de la agroindustria; iii) Tramo 3 y 4, presencia fuentes puntuales provenientes de planta de tratamiento de aguas servidas urbanas; iv) Tramo 5, presencia aportes agroindustria y v) Tramo 6, presencia Riles de origen industrial.

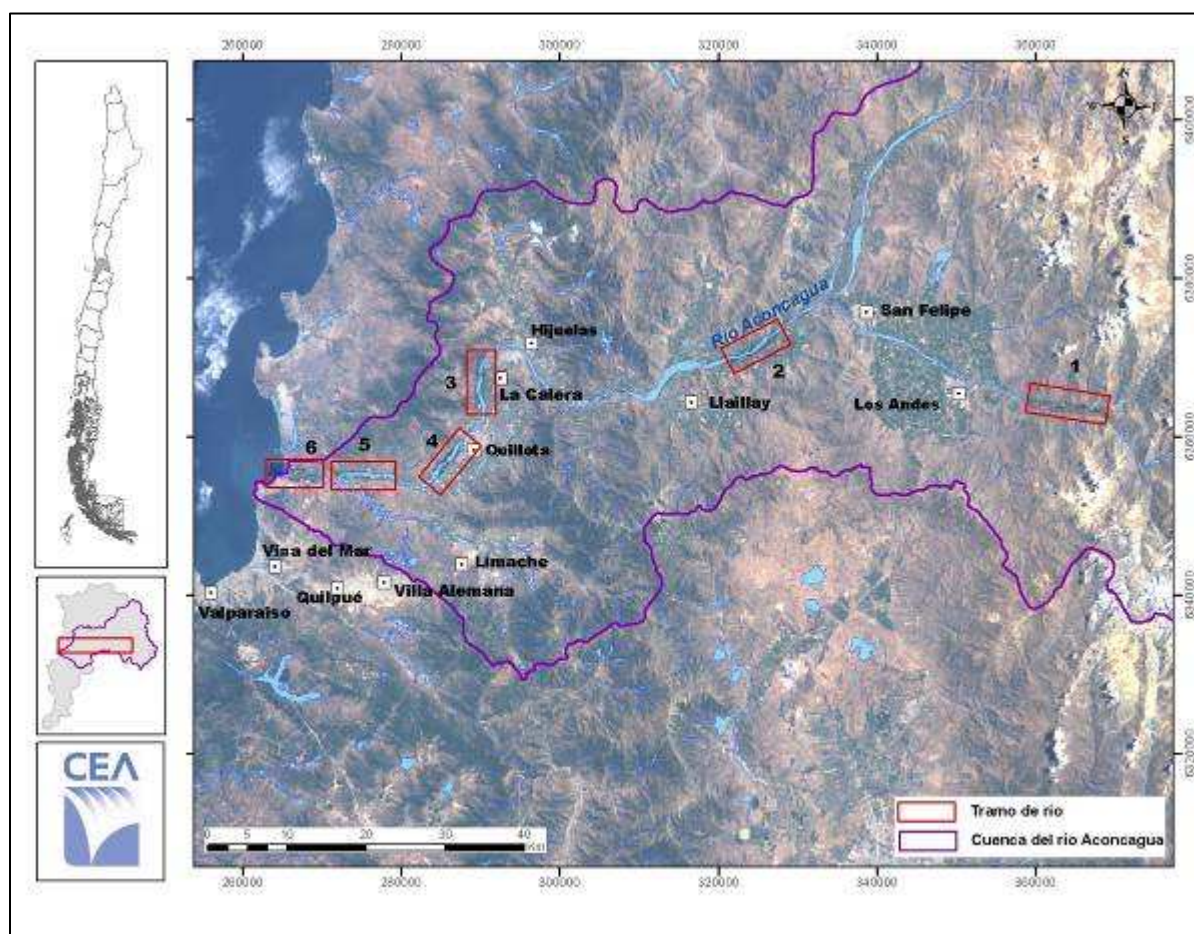


Figura 3.4.Tramos del río Aconcagua seleccionados en la cuenca.

3.3.4.2 Variables estado de humedales pilotos como descriptores de la condición de los recursos hídricos a nivel de cuenca

Se utilizaron como descriptores la concentración de clorofila a, turbidez y S.T.S en el agua ("estado trófico") y la cobertura de vegetación ripariana.



3.3.4.3 Detección de humedales piloto

La **Figura 3.5** esquematiza el procedimiento para la identificación de humedales en estudio experimental, utilizando imágenes hiperespectrales e información de terreno.

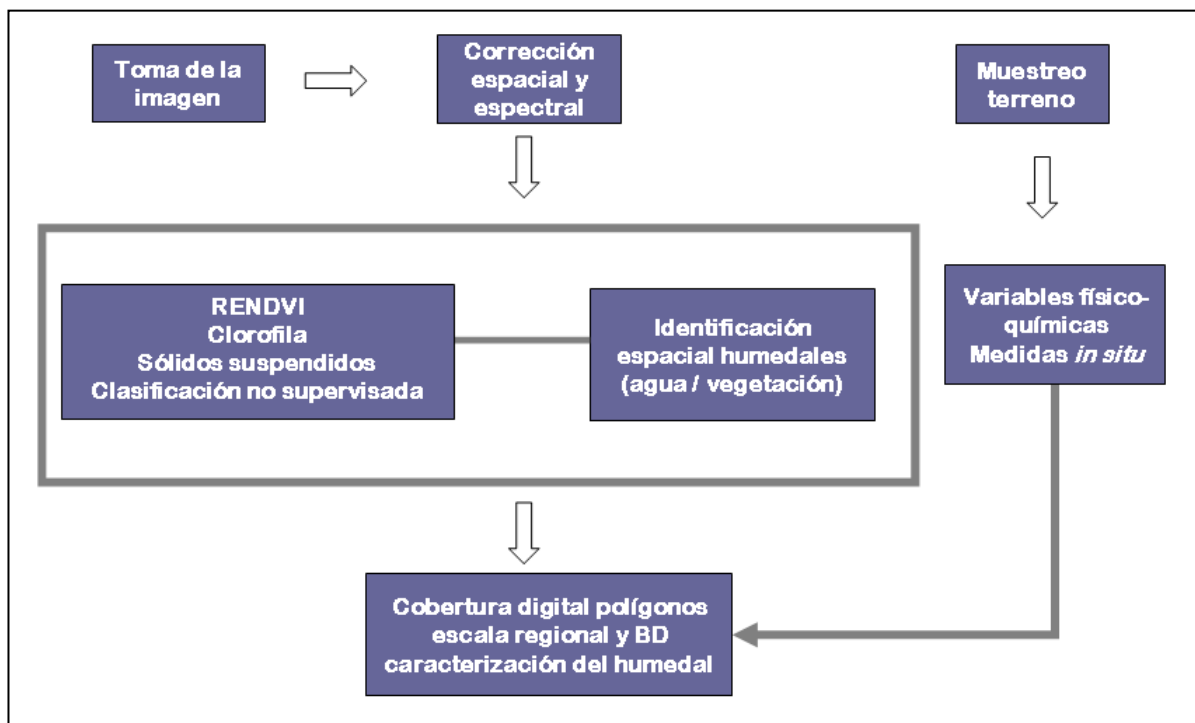


Figura 3.5 Proceso de identificación de humedales en estudio experimental, con imágenes hiperespectrales e información de terreno.

El Centro de Ecología Aplicada cuenta con sensor hiperespectral aerotransportado AISA Eagle Specim Imaging de un rango espectral entre 400-970 nm y 64/128/256 bandas (**Figura 3.6**) la cual permite realizar estudios de monitoreo de variables acuáticas como turbidez y concentración de clorofila a. El sensor se monta en un avión especializado para levantamientos fotogramétricos, el cual debe efectuar un barrido por la zona de interés (**Figura 3.7**), para este estudio se utilizó una plataforma Twin Otter de la Fuerza Área de Chile.



Figura 3.6. Diagrama de la obtención de reflectancia con el sensor hiperspectral AISA Eagle Specim. Se muestran los parámetros de programación de la adquisición de datos como la línea, velocidad y altura de vuelo, como también los parámetros de movimiento que registra la unidad de movimiento inercial (IMU) que permite efectuar la posterior rectificación espacial.



Figura 3.7. Sensor AISA-Eagle Specim montado en avión Cessna 401 bimotor.



Mediante el análisis de imágenes hiperespectrales es posible realzar la diferencia entre suelo, vegetación, cuerpos de agua u otro elemento del paisaje. Además la respuesta espectral se puede relacionar con productividad, estacionalidad, fenología, eficiencia de riego, estrés de la vegetación, identificación de especies forestales, riesgo de incendio, especies invasoras, variación temporal y espacial de hábitats terrestres y acuáticos, estado de plantaciones en función del tipo de suelo, discriminación de vegetación sin actividad fotosintética, entre otros.

El análisis espectral de las bandas permite diferenciar y encontrar contrastes no visibles para el rango de visión del ojo humano. Esto hace posible discriminar la fracción acuática de la terrestre, e identificar el hábitat del sistema, como también capturar características físicas y algunos otros procesos químicos y/o biológicos dependiendo de la respuesta espectral que generen.

Debido a la alta resolución espacial que se puede obtener con este sensor, la que estará dada por la altura de vuelo, la identificación y delimitación de los cuerpos de agua y formaciones vegetacionales alcanzan altos grados de precisión, en cuanto a ubicación y cálculo de superficie.

Para el estudio experimental se capturaron y analizaron imágenes obtenidas con el sensor hiperespectral. Además para caracterizar el sistema estudiado y calibrar las imágenes de percepción remota se realizó una campaña de terreno sincronizada con la captura de la imagen.

Para el análisis de imágenes se utilizaron los programas de procesamiento de imágenes, Erdas Imagine 9.2 y ENVI 4.7. Para la generación de cartografía se utilizó el programa Arcview 3.2 y Arcgis 9.2.

Generación de índices en imágenes hiperespectrales

Vegetación

Gracias al uso de imágenes hiperespectrales, los índices de vegetación se han potenciado en cuanto a la identificación de factores que afectan el estado de las plantas. De entre los diversos índices factibles de obtener de este tipo de imágenes, se utilizó el de vegetación de banda angosta (RENDVI), el que se obtiene con las longitudes de onda de las bandas de 750 nm y 705 nm, con lo que es posible obtener información detallada del vigor de la vegetación.

Vigorosidad, RENDVI (*The Red Edge Normalized Difference Vegetation Index*). Este índice es una modificación del NDVI. Este índice de vegetación de banda angosta se caracteriza por ser muy sensible, lo que permite detectar pequeños cambios en el estado de la vegetación. Su aplicación incluye agronomía de precisión, monitoreo de bosques y vegetación estresada. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{RENDVI} = (B_{750} - B_{705}) / (B_{750} + B_{705})$$

Sistema acuático

La **Figura 3.8** muestra la respuesta espectral de agua clara y agua con microalgas, las que presentan diferencias significativas en ciertas longitudes de onda. En particular las longitudes de onda de 470, 550, 680 y 705 nm producen máximos contrastes entre los dos tipos de agua.

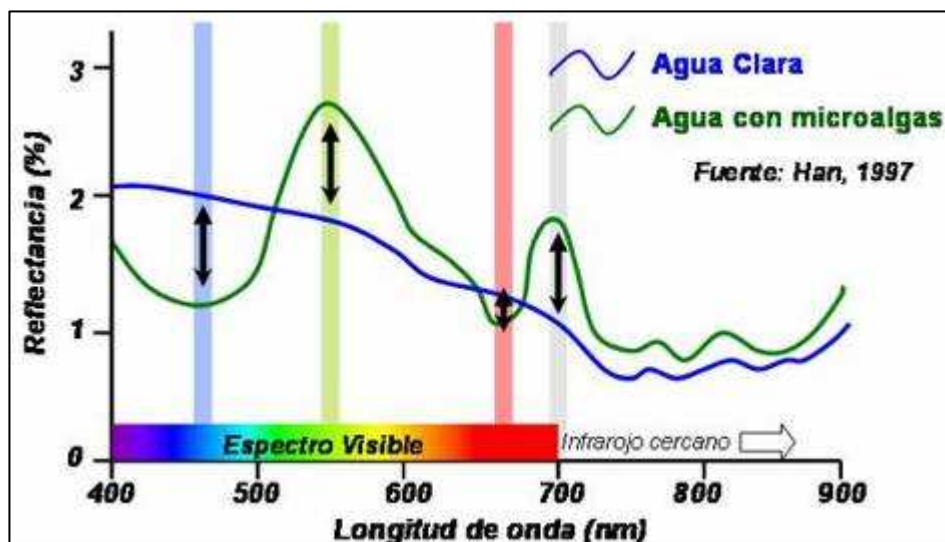


Figura 3.8 Respuesta espectral de agua clara y agua con microalgas (Han, 1997).

Se puede observar que a medida que aumenta la columna de agua la respuesta espectral cambia (**Figura 3.9**) disminuyendo la reflectancia de las bandas cercanas a 550 nm y las bandas infrarrojas (> 700 nm). Este ejemplo puede ser extendido a una mayor cantidad de casos (tanto en laboratorio como en terreno), que involucren distintos tipos de sustrato y mayor cantidad de profundidades de columna de agua, con el fin de obtener la caracterización de cada hábitat.

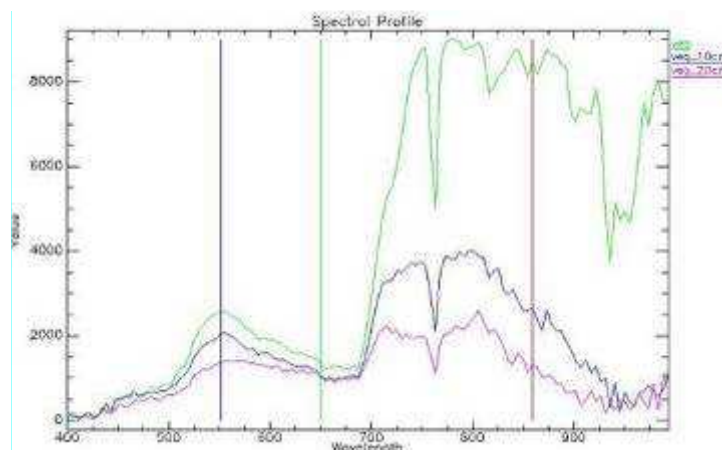


Figura 3.9. Indica firmas espectrales de vegetación acuática con diferentes profundidades de agua.



El sensor hiperspectral permite realizar estudios de monitoreo de variables acuáticas como sólidos suspendidos y concentración de clorofila con lo que se obtiene la caracterización del sistema. Para obtener estos parámetros se utilizará las bandas 703 nm y 675 nm, para la clorofila, y la banda de 563 nm, para los sólidos suspendidos

La **Tabla 3.3** muestra las características técnicas y las resoluciones espaciales y espectrales que alcanza el sensor.

Tabla 3.3 Características de sensor AISA-EAGLE Specim.

Sensor	Especificación
Rango espectral	400 – 970 nm
Resolución espectral	2.3 – 10 nm
Nº bandas espectrales	1 – 256
Modo de operación	Hiperspectral y Multiespectral
Frecuencia de barrido	<88 Hz
Dimensión barrido especial	960 píxels
Resolución espacial	> 1 m

En forma paralela a la obtención de las imágenes hiperspectrales se realizó una caracterización limnológica de cada sitio, considerando variables bióticas y abióticas (ver Anexo 5), algunas de las cuales fueron utilizadas para la calibración de índices espectrales (sedimentos, concentración de clorofila y vegetación).

3.3.4.4 Evaluación del estado ambiental de los humedales piloto

La evaluación del estado ambiental de los humedales pilotos se realizara en base a un análisis comparativo de carácter espacial, contrastando la condición ambiental entre ellos.



4 RESULTADOS

4.1 Catastro Nacional de Humedales

4.1.1 Identificación de humedales a nivel nacional

La identificación de los humedales para todo el territorio de Chile continental se realizó a través del montaje de un mosaico nacional cubierto por 185 imágenes satelitales, correspondientes a 81 escenas¹⁸, que abarcaron los 756.069 km² de superficie continental del país. Para seleccionar las escenas se revisaron 1000 imágenes Landsat aproximadamente, disponibles en dos bases de datos (USGS e INPE).

Los criterios de selección fueron dos fechas por escena (invierno y verano), esto con el fin de identificar la máxima expresión espacial del humedal. Además se buscaron imágenes que presentaran escasa o nula cobertura de nubes y en lo posible de años que no estuvieran influenciados por los fenómenos del Niño o la Niña. Cabe señalar que no siempre fue posible seleccionar una imagen que cumpliera todos los criterios de búsqueda. Para algunas escenas, del norte de Chile, fue posible encontrar imágenes de apoyo o complementaria en la base de datos del INPE de Brasil. Estas se utilizaron en los casos donde la imagen principal seleccionada no cubría toda la escena, por ejemplo, por cubierta de nubes. El listado de las imágenes utilizadas se detalla en las **Tablas 4.1, 4.2 y 4.3**.

Tabla 4.1. Imágenes zona norte

Escenas	Path	Row	Invierno	satélite	Verano	satélite
1	2	72	28-08-2000	Landsat-5	13-12-2001	Landsat-7
2	1	73	31-07-2004	Landsat-5	06-12-2001	Landsat-7
3	2	73	07-08-2001	Landsat-7	28-01-2004	Landsat-5
4	1	74	31-07-2004	Landsat-5	23-01-2002	Landsat-7
5	2	74	20-08-2000	Landsat-7	28-01-2004	Landsat-5
6	1	75	31-07-2004	Landsat-5	23-01-2002	Landsat-7
7	233	75	12-08-2005	Landsat-5	21-01-2001	
	233	75			02-11-2000	Landsat-5
8	1	76	31-07-2001	Landsat-7	29-01-2007	Landsat-5
9	1	76			28-01-2001	Landsat-5
10	233	76	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
11	232	76	02-08-2001	Landsat-7	25-01-2005	Landsat-5
12	1	77	15-07-2001		06-12-2001	Landsat-7
13	233	77	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
14	232	77	01-07-2001	Landsat-7	06-01-2001	Landsat-7
	232	77	18-08-2001	Landsat-5	16-11-2001	Landsat-7
14	1	78	31-07-2004	Landsat-5	07-01-2002	Landsat-7
15	233	78	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
16	1	79	31-07-2001	Landsat-7	12-03-2005	Landsat-5

¹⁸ Una escena Landsat corresponde a un área geográfica determina la que cubre una superficie de 185 km².



17	233	79	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
18	1	80			04-09-2005	Landsat-5
19	233	80	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
20	1	81	29-06-2001	Landsat-7	22-12-2001	Landsat-7
	1	81			03-12-2000	Landsat-7
21	233	81	11-07-2005	Landsat-5	30-01-2004	Landsat-5
22	1	82	29-06-2001	Landsat-7	14-01-2001	Landsat-7
23	233	82	12-08-2005	Landsat-5	13-01-2001	Landsat-7
24	1	83	12-07-2000	Landsat-7	04-01-2001	Landsat-7
25	233	83	03-06-2000	Landsat-7	13-01-2001	Landsat-7
	233	83	10-09-2001	Landsat-7		
26	232	83	04-07-2005	Landsat-5	28-01-2006	Landsat-5
27	1	84	12-07-2000	Landsat-7	23-01-2002	Landsat-7
28	233	84	10-09-2001	Landsat-7	30-01-2004	Landsat-5
	233	84	29-11-2001	Landsat-7		
29	232	84	30-07-2000	Landsat-7	28-01-2006	Landsat-5
Imágenes con nubes						

Como se aprecia en la **Tabla 4.1**, para la zona norte del territorio nacional se utilizó un total de 63 imágenes correspondientes a 29 escenas Landsat. De estas 8 presentaban una cubierta de nubes parcial, lo que no fue impedimento para utilizar las áreas despejadas. Los años de las imágenes utilizadas para este sector fluctúan entre los años 2000 y 2006.

La **Tabla 4.2**, correspondiente a las Imágenes utilizadas en la zona centro, presenta 12 imágenes con cubierta de nube parcial, por lo que se utilizó solo el sector en que había visibilidad. El total de imágenes analizadas para esta zona fue de 62, correspondientes a 29 escenas, distribuidas temporalmente entre los años 2000 y 2006.

Tabla 4.2. Imágenes zona centro

Escenas	Path	Row	Invierno	satélite	Verano	satélite
1	1	85	16-08-2001	Landsat-7	04-01-2001	Landsat-7
2	233	85	10-09-2001	Landsat-7	29-01-2001	Landsat-7
3	232	85	04-07-2002	Landsat-7	25-01-2005	Landsat-5
4	1	86	16-08-2001	Landsat-7	22-12-2001	Landsat-7
5	233	86	27-05-2003	Landsat-7	18-03-2001	Landsat-7
6	232	86	31-08-2000	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
7	1	87	13-04-2002	Landsat-7	03-12-2000	Landsat-7
8	233	87	12-10-2001	Landsat-7	01-02-2002	Landsat-7
9	232	87	01-07-2001	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
10	233	87	29-11-2001	Landsat-7		
11	1	88	12-07-2000	Landsat-7	19-12-2000	Landsat-7
			25-10-2000	Landsat-7	29-11-2001	Landsat-7
13	232	88	01-07-2001	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
14	233	89	16-04-2000	Landsat-7	29-11-2001	Landsat-7
			25-10-2000	Landsat-7		
15	232	89	15-06-2001	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
16	233	90	22-08-2000	Landsat-7	29-11-2001	Landsat-7



17	232	90	14-07-2000	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
18	231	90	23-07-2000	Landsat-7	18-01-2002	Landsat-7
19	233	91	22-08-2000	Landsat-7	03-04-2001	Landsat-7
20	232	91	28-04-2001	Landsat-7	08-12-2001	Landsat-7
30	231	91	23-07-2000	Landsat-7	18-01-2002	Landsat-7
21	233	92	22-08-2000	Landsat-7	03-04-2001	Landsat-7
					27-05-2003	Landsat-7
22	232	92	15-06-2001	Landsat-7	11-03-2001	Landsat-7
			05-08-2002	Landsat-7		
23	231	92	26-07-2001	Landsat-7	18-01-2002	Landsat-7
					20-03-2001	Landsat-7
24	233	93	16-04-2000	Landsat-7	22-08-2000	Landsat-7
25	232	93	17-07-2001	Landsat-7	11-03-2001	Landsat-7
26	231	93	07-07-2000	Landsat-7	18-01-2002	Landsat-7
27	233	94	22-08-2000	Landsat-7	17-02-2002	Landsat-7
					22-04-2002	Landsat-7
28	232	94	17-07-2001	Landsat-7	14-05-2001	Landsat-7
29	231	94	07-07-2000	Landsat-7	18-01-2002	Landsat-7
					27-10-2000	Landsat-7
Imágenes con nubes						

Tabla 4.3. Imágenes zona sur

Escenas	Path	Row	Invierno	satelite	Verano	satelite
1	233	95	22-08-2000	Landsat-7	22-04-2002	Landsat-7
2	232	95	14-07-2000	Landsat-7	02-04-2003	Landsat-7
					17-05-2002	Landsat-7
3	231	95	14-08-2002	Landsat-7	07-05-2001	Landsat-7
			27-10-2000	Landsat-7	15-02-2003	Landsat-7
4	230	95	04-08-2001	Landsat-7		
			19-07-2001	Landsat-7		
5	232	96	14-07-2000	Landsat-7	14-05-2001	Landsat-7
			12-06-2000	Landsat-7		
6	231	96	10-07-2001	Landsat-7	07-05-2001	Landsat-7
7	230	96	04-08-2001	Landsat-7	15-02-2003	Landsat-7
8	229	96	05-02-2002	Landsat-7	12-07-2001	Landsat-7
			28-03-2003	Landsat-7		
9	228	96	09-07-2001	Landsat-7	27-02-2001	Landsat-7
			22-08-2001	Landsat-7		
10	227	96	30-07-2001	Landsat-7	09-04-2001	Landsat-7
11	231	97	11-08-2001	Landsat-7	09-09-2000	Landsat-7
12	230	97	04-08-2001	Landsat-7	16-03-2002	Landsat-7
13	229	97	12-07-2001	Landsat-7	16-02-2000	Landsat-7
			16-10-2001	Landsat-7		
14	228	97	18-07-2000	Landsat-7	27-02-2001	Landsat-7
15	227	97	11-07-2000	Landsat-7	07-02-2002	Landsat-7
16	230	98	04-08-2001	Landsat-7	29-05-2000	Landsat-7
17	229	98	21-05-1985	Landsat-5		
18	228	98	05-05-2002	Landsat-7		



19	227	98	29-09-2000	Landsat-7	30-03-2003	Landsat-7
					07-02-2002	Landsat-7
20	226	98	08-10-2000	Landsat-7	31-01-2002	Landsat-7
			05-04-2002	Landsat-7	14-12-2001	Landsat-7
21	227	99	29-09-2000	Landsat-7	08-03-2001	Landsat-7
			15-04-2003	Landsat-7		
22	226	99	27-08-2002	Landsat-7	19-02-2003	Landsat-7
			09-11-2000	Landsat-7		
23	225	99	30-08-2000	Landsat-7	22-01-2001	Landsat-7
			05-11-2001	Landsat-7	13-05-2001	Landsat-7
Imágenes con nubes						

Las imágenes de la zona sur que se presenta en la **Tabla 4.3.**, se distribuyen entre los años 2000 y 2003, principalmente, existiendo una excepción con una imagen de 1985. Lo anterior se debe a la imposibilidad de contar con una imagen sin cobertura, total o casi total, de nubes que fuera más actualizada. La cantidad de imágenes con cobertura parcial de nubes fue de 28. Para esta zona se analizó un total de 58 imágenes correspondientes a 23 escenas.

A continuación se presenta la **Tabla 4.4.** las imagines Landsat utilizadas por año, para las 3 zonas.

Tabla 4.4. Años de las imágenes Landsat

AÑOS	Nº IMAGENES
1985	1
2000	42
2001	80
2002	25
2003	10
2004	13
2005	12
2006	2

La cobertura digital de humedales fue desarrollada en plataforma SIG, bajo el sistema de proyección y coordenadas UTM, Datum WGS84, huso 19 sur. Parámetros cartográficos utilizados ampliamente en la generación de información digital y oficial en Chile, incluido el Ministerio del Medio Ambiente. El archivo corresponde a una cobertura digital (*shape*) y fue realizado con la versión 9.2 del Software ArcGis. Este formato es compatible y transferible a una gama amplia de Sistemas de Información Geográfica pudiéndose manipular su base de datos y archivo digital en diferentes plataformas migratorias, incluso para Sistemas de Intranet como los que actualmente desarrolla el Ministerio del Medio Ambiente.

El producto final considera el catastro de todos los cuerpos de agua, incluidos lagos, lagunas, ríos, embalses. Así como, toda la vegetación hidrófila asociada a estos cuerpos de agua, detectables con imágenes Landsat de 30 metros de resolución espacial.



Además se incluye una clase de agua-vegetación la que incorpora estos 2 recursos, cuando la resolución espacial y la mezcla espectral no permite separarlos.

Técnicamente, los límites dados por la resolución espacial de las imágenes permitieron registrar todas las clases definidas, mayor a 0.4 ha, identificándose algunas excepciones que alcanzaron incluso polígonos de hasta 0,1 ha de superficie.

En cuanto a la resolución espectral, los límites de detección fueron dados por el índice de vegetación NDVI, calculado para cada una de las imágenes utilizadas en el Catastro. Como mencionado anteriormente, los valores de este índice varían entre -1 y 1, siendo los valores negativos los que identifican agua y los valores sobre 0 la vegetación, con diferentes grados de vigorosidad a medida que se acercan a 1. Con lo anterior, se consideró agua, todos aquellos elementos que arrojaron valores negativos del índice y vegetación los valores positivos. Para el tipo agua-vegetación primó la fotointerpretación debido al umbral de detección superficial, dado por el tamaño de píxel de la imagen.

Para la identificación de cada clase se consideró, además de lo detallado en el párrafo anterior, criterios de fotointerpretación como: textura, forma, orientación y ubicación relativa del elemento interpretado con respecto a otros elementos de la escena. Para ello se utilizó, además del NDVI, la imagen visualizada en color verdadero y composiciones en falso color, las que fueron utilizadas alternadamente durante la fotointerpretación. Lo anterior a objeto de poder discriminar cuando nos encontramos en los valles o en los fondos de quebradas, pudiendo verificar la presencia de sombras o de nieve que distorsiona la interpretación. La **Figura 4. 1** esquematiza el proceso de identificación de humedales con las imágenes Landsat.

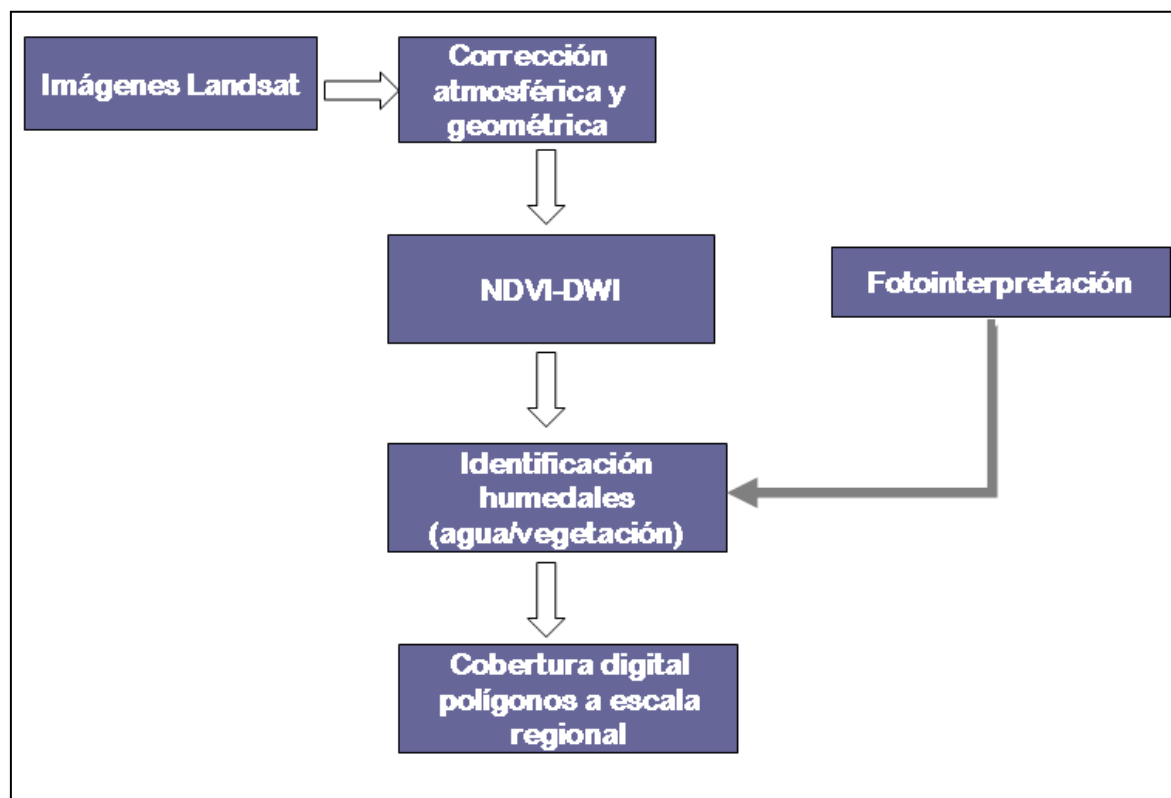


Figura 4.1 Proceso de identificación de humedales.



El *shape* obtenido como resultado final de la cobertura digital de los humedales del país identificados a partir de las imágenes Landsat se presenta en la **Figura 4.2**. Las **Figuras 4.3, 4.4 y 4.5**, representan los humedales en las zona norte, centro y sur a una escala de mayor detalle.

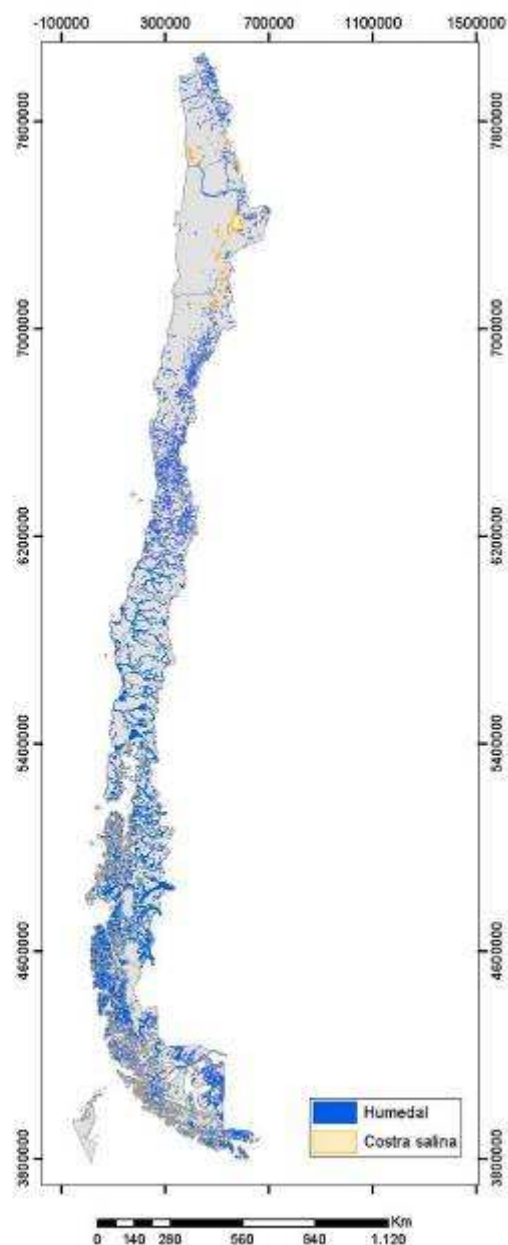


Figura 4.2. Cobertura final de los humedales de Chile.

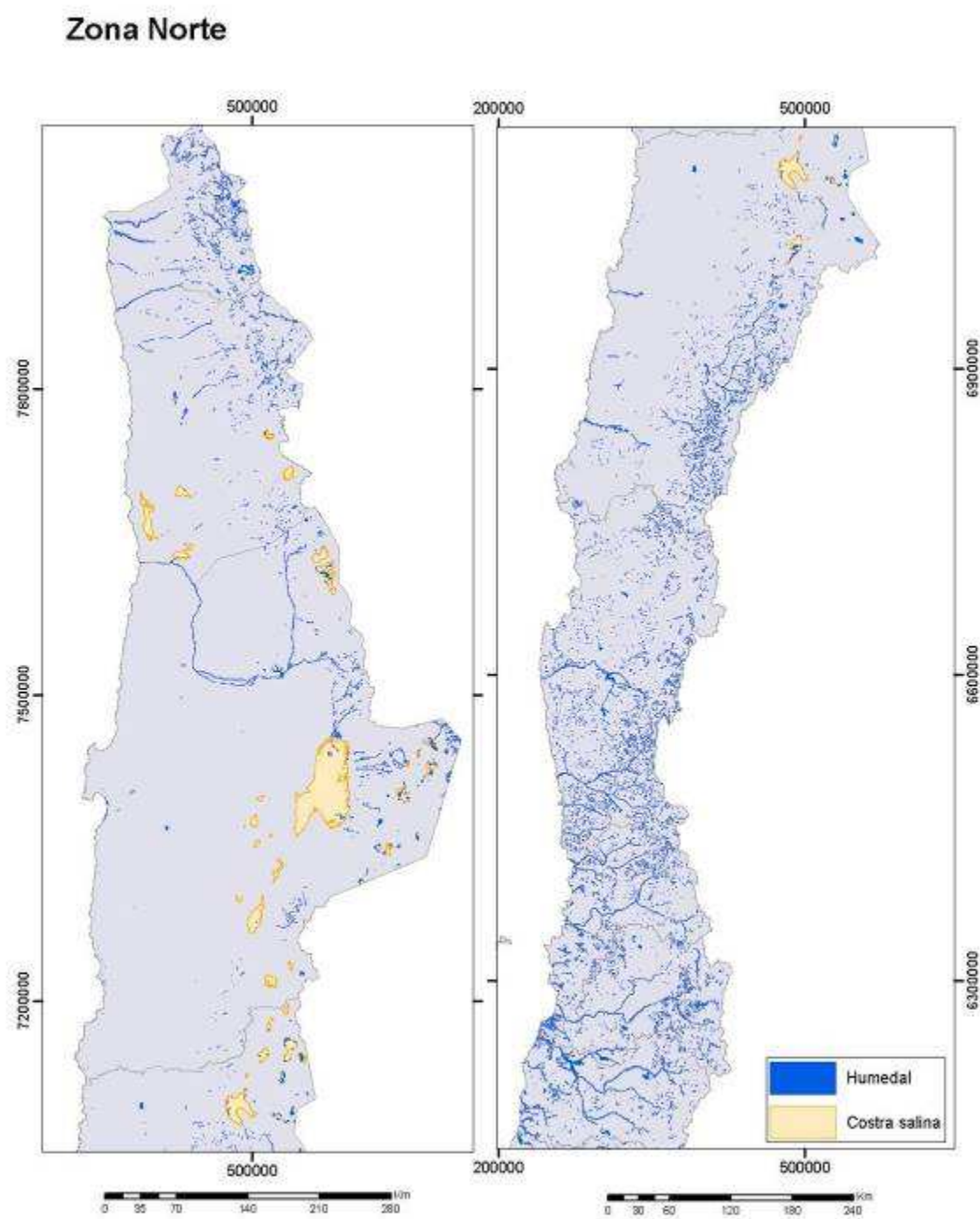


Figura 4.3. Cobertura de humedales. Detalle zona norte.

Zona Centro

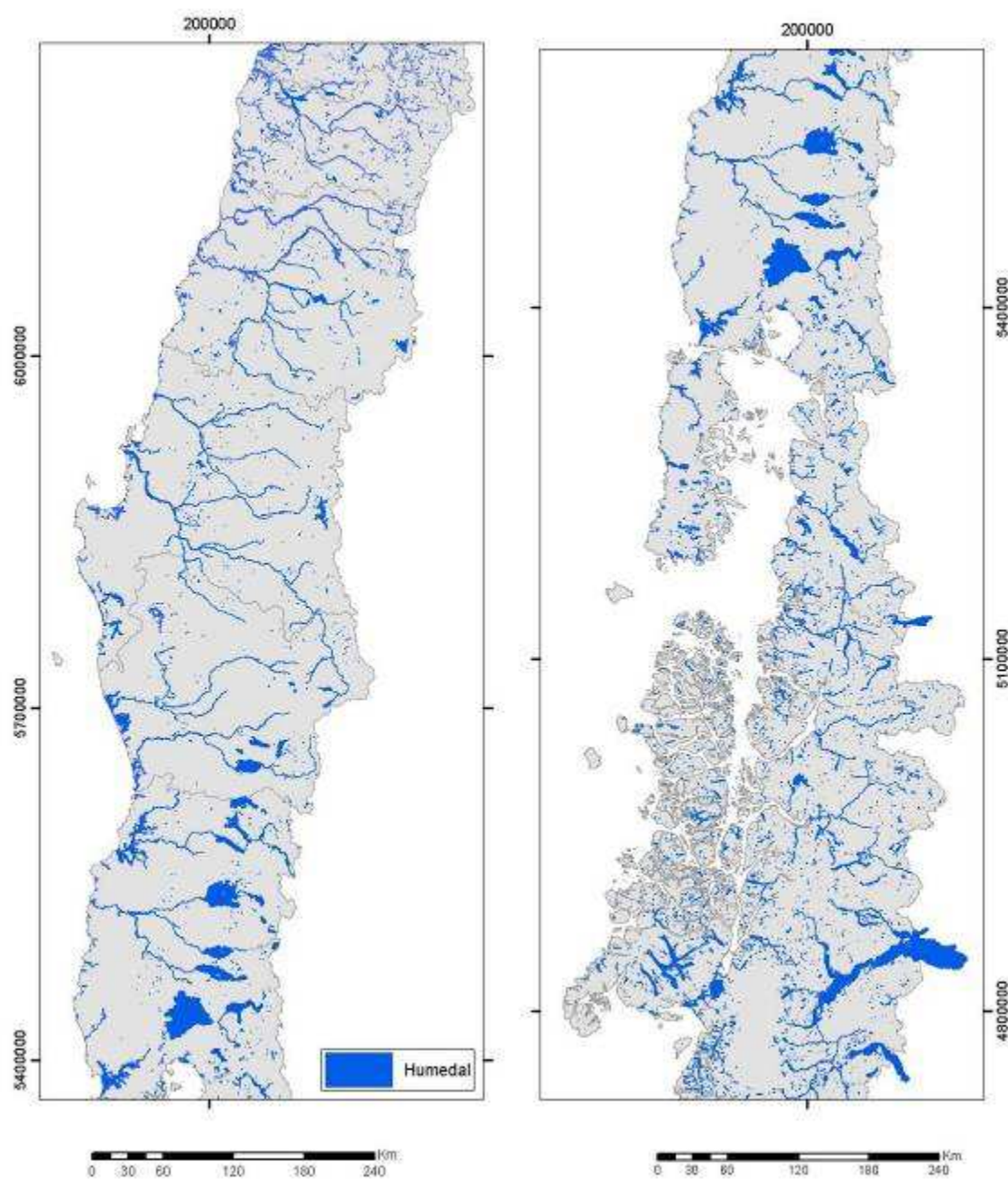


Figura 4.4. Cobertura de humedales. Detalle zona centro.

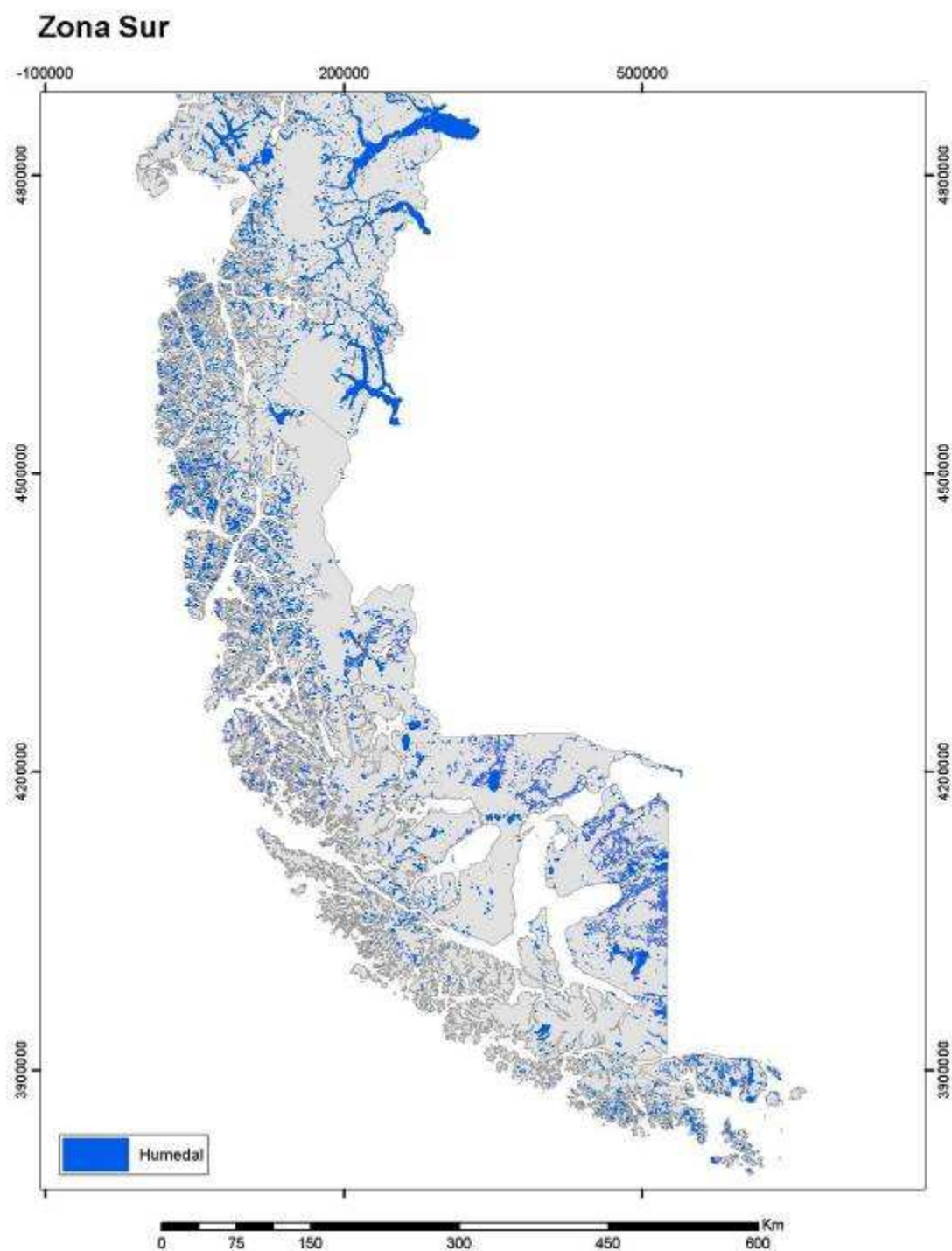


Figura 4.5. Cobertura de humedales. Detalle zona sur.



Con los resultados del Catastro, fue posible obtener información sistematizada por clase de elemento. Este análisis arrojó una superficie país de 1.986.167 ha de humedales, traducidas en las tres tipologías básicas, a saber: “agua” 1.411.586,3 ha; “vegetación” 301.342,4 ha y finalmente “vegetación-agua” 273.238,9 ha. Estos resultados se pueden apreciar en la **Tabla 4.5**.

Tabla 4.5. Superficies de humedales según tipología.

CLASES				
REGION	AGUA (ha)	VEGETACION (ha)	VEGETACION-AGUA (ha)	TOTAL (ha)
Arica y Parinacota	3020.47	22014.75	6306.95	31342.17
Tarapacá	446.26	12496.84	3387.46	16330.56
Antofagasta	15649.50	18245.82	11767.74	45663.06
Atacama	8476.34	28840.99	2274.05	39591.38
Coquimbo	5622.55	35431.57	8905.82	49959.94
Valparaíso	4169.17	13325.85	20678.81	38173.83
Metropolitana	5893.48	15124.43	9774.10	30792.01
O'Higgins	9889.17	4000.40	32931.37	46820.94
Maule	25450.59	11293.28	41807.75	78551.62
Bio Bio	52994.10	8170.28	2967.76	64132.14
Araucanía	55983.56	6136.94	8256.15	70376.65
Los Ríos	127987.48	6192.46	2498.76	136678.70
Los Lagos	234167.03	23153.87	10019.62	267340.52
Aysén	568613.57	6634.33	15200.87	590448.77
Magallanes	293223.02	90280.56	96461.71	479965.29
TOTAL (ha)	1411586.29	301342.37	273238.92	1986167.58

Los gráficos presentes en la **Figura 4.6** y **4.7**, muestran el porcentaje de tipologías por Región y la distribución superficial de ellas, respectivamente. La **Figura 4.8**, muestra las tipologías espacializadas.

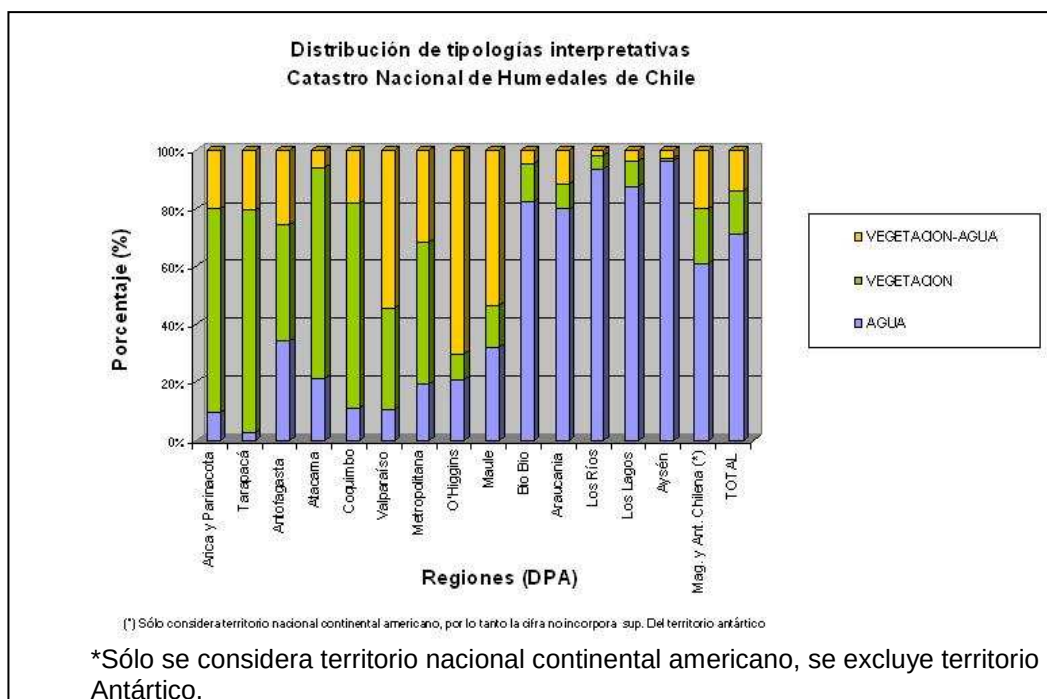


Figura 4.6. Porcentaje de tipologías por Región.

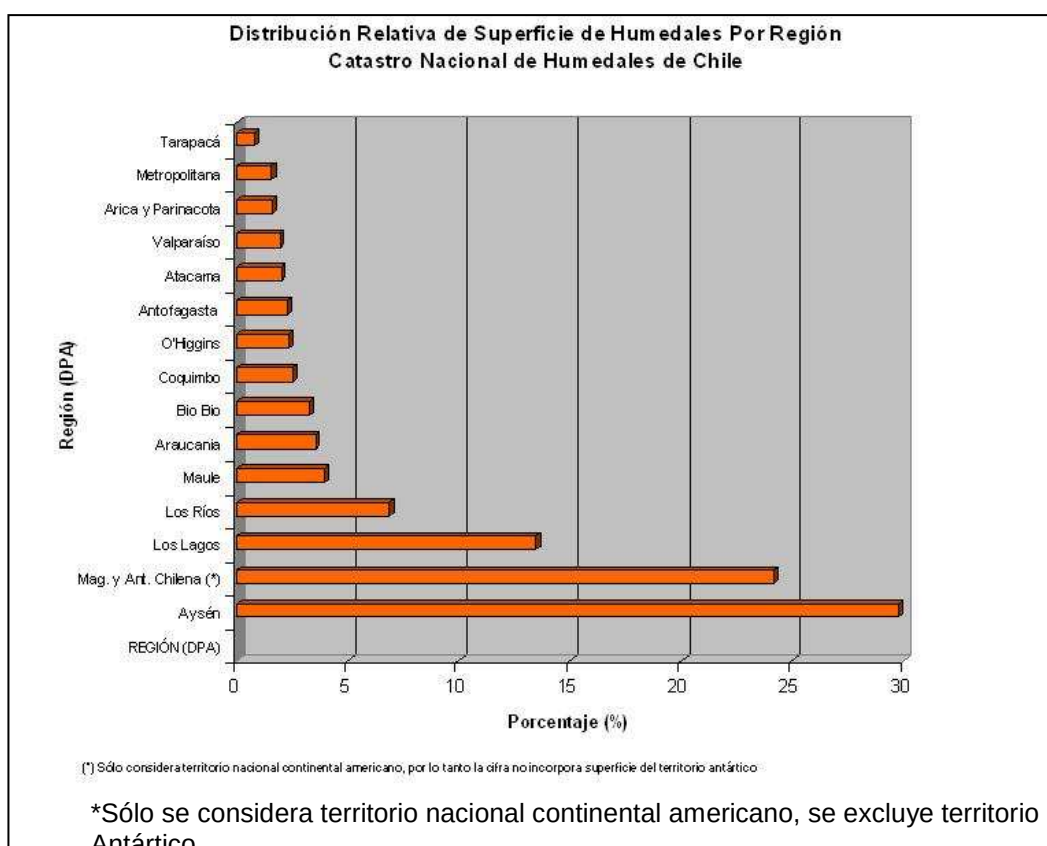


Figura 4.7. Distribución superficial de humedales por Región.



La Tabla 4.6 muestra la superficie de los humedales de la región identificados en el Catastro que están bajo alguna categoría de protección del SNASPE y su porcentaje de representación a nivel regional.

Tabla 4.6. Representación del SNASPE en el Catastro de humedales por región.

Región	Superficie Catastro dentro del SNASPE por Región			Superficie Total Región (Ha)	Superficie Catastro dentro del SNASPE, en el total de superficie regional		Superficie Total SNASPE (Ha)	Superficie Catastro dentro del SNASPE, en el total de superficie del SNASPE regional	
	Superficie (Ha)	%	Ranking		%	Ranking		%	Ranking
Arica Y Parinacota	10074.05	2.6	6	1687330	0.60	11	364148	2.77	8
Tarapacá	12089.55	3.2	5	4222580	0.29	13	376349	3.21	6
Antofagasta	25382.41	6.7	4	12604910	0.20	4	364687	6.96	2
Atacama	6904.40	1.8	7	7517620	0.09	12	139668	4.94	3
Coquimbo	176.43	0.05	13	4057990	0.00	15	13394	1.32	12
Valparaíso	1887.27	0.5	9	1639610	0.12	8	21939	8.60	1
Metropolitana De Santiago	438.68	0.1	12	1540320	0.03	10	21814	2.01	9
Libertador General Bernardo O'higgins	708.69	0.2	11	1638700	0.04	6	40150	1.77	11
Maule	118.66	0.03	14	3026910	0.00	7	17887	0.66	13
Biobío	299.45	0.1	12	3706870	0.01	14	141476	0.21	15
La Araucanía	1522.65	0.4	10	3184230	0.05	9	296720	0.51	14
Los Ríos	3275.15	0.9	8	1842950	0.18	1	98435	3.33	5
Los Lagos	36392.40	9.5	3	4858360	0.75	2	817492	4.45	4
Aysén	95963.23	25.2	2	10849440	0.88	3	4901511	1.96	10
Magallanes y Antártica Chilena (*)	186170.29	48.8	1	13229110	1.41	5	6621957	2.81	7
TOTAL	381403	100.0		14569895	0.5		14237628	2.7	
(*) Sólo considera territorio nacional continental americano									

Este cuadro nos permite dar la mirada aplicada del catastro de humedales y desarrollar una aproximación a los mecanismos e instrumentos de gestión territorial del Estado. Elaborando un cruce de los resultados iniciales del Catastro de humedales con información del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por Región, nos permite establecer a priori una jerarquización regional de la participación del recurso humedal en los instrumentos de protección de los RRNN del país. Por una parte nos plantea la inquietud acerca del bajo grado de consideración del recurso en la protección amparada por ley y por otra, en qué medida su diversidad es representada adecuadamente en los ambientes y paisajes resguardados. Más allá, nos plantea una reflexión con datos país, de los criterios de valoración y priorización que hoy son manejados en el sector. Sólo el 0.5% de los humedales del país se encuentran bajo áreas de protección y equivalen a 2.7% de las áreas protegidas.

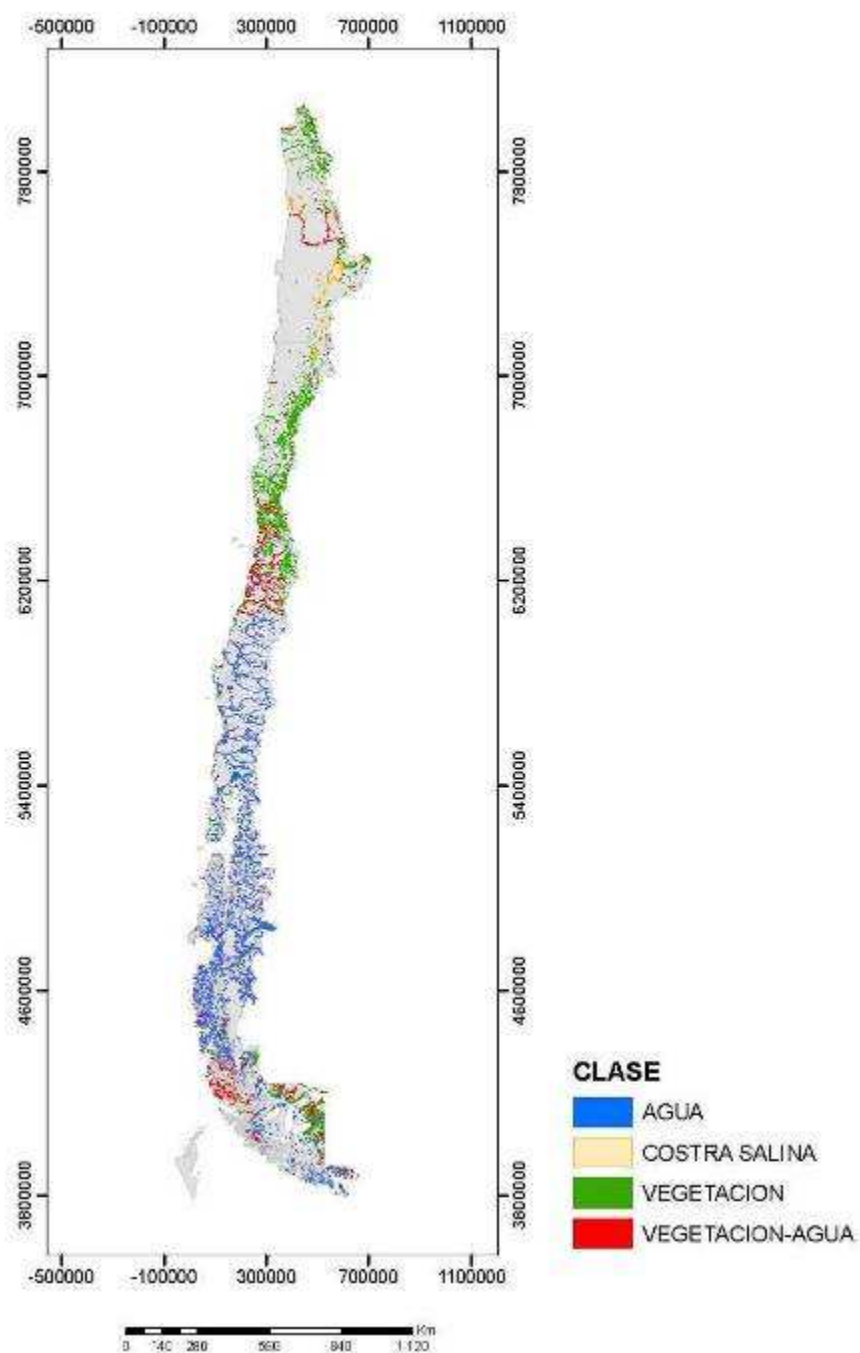


Figura 4.8. Tipologías identificadas en al Catastro de humedales.



4.1.2 Calibración del catastro

Para validar los resultados obtenidos, en la cobertura nacional de humedales obtenida a partir de las imágenes Landsat, se utilizaron dos fuentes de control, una de las cuales es la cartografía de los cuerpos de agua de la red hidrográfica de Chile, escala 1:50.000, elaborada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), la que fue obtenida mediante convenio entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Servicio Agrícola ganadero (SAG). Otra de las fuentes de control de información, es la base de datos espacial elaborada por el SAG, de las unidades vegetacionales altoandinas entre la XV y la III Región, información que fue generada utilizando sensores remotos (imágenes Landsat) e información de terreno.

El procedimiento utilizado para calibrar el Catastro de los humedales y así validar la información generada se resume en la Figura 4.9.

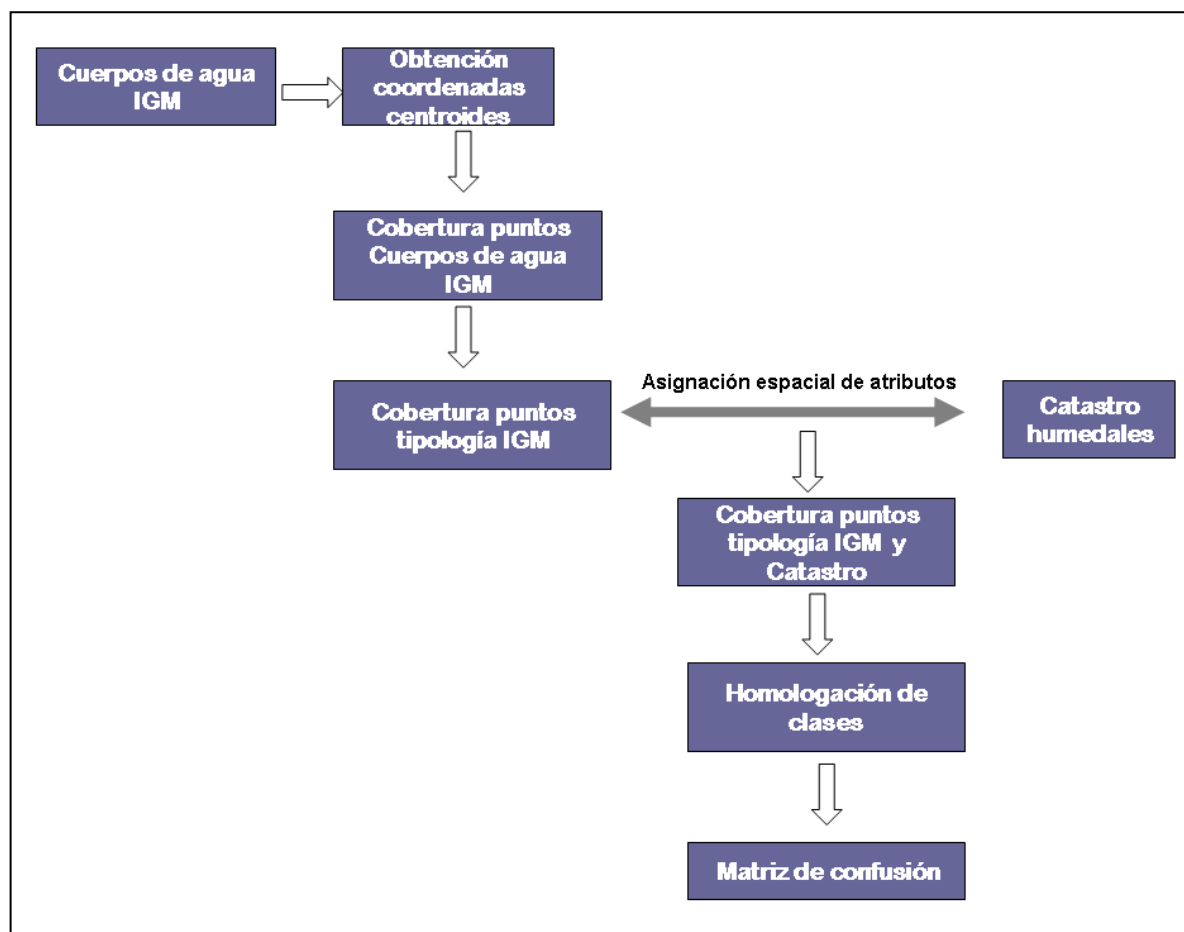


Figura 4.9. Procedimiento de calibración del Catastro de humedales v/s cuerpos de agua IGM.

El primer paso consistió en transformar los polígonos de la cobertura de los cuerpos de agua del IGM a puntos, utilizando las coordenadas del centroide de cada polígono. Esta nueva cobertura conservó los atributos de la base de datos de la cobertura original



(cuerpos de agua IGM). Posteriormente, mediante la asignación espacial de atributos – realizada en el SIG-, se asignó a cada punto datos del Catastro mediante la correspondencia espacial (puntos v/s polígonos). De esta manera se generó una cobertura de puntos con información de los atributos de ambas coberturas involucradas en el análisis.

El paso siguiente fue la homologación de las tipologías, las clases definidas en la cobertura de hidrografía IGM, se igualaron a las definidas para el Catastro de humedales (Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Tipología Catastro de humedales

Catastro humedales
Tipo
Agua
Agua-vegetación
Vegetación
Relave
Costra salina

En La Tabla 4.8 se aprecian las tipologías del IGM y su homologación con las del Catastro.

Teniendo homologadas las clases en la tabla de atributos, se procedió al cálculo de la matriz de confusión, quedando como se observa en la Tabla 4.9. El resultado de este análisis arrojó un 76,8 % de equivalencia entre las clases comparadas.

Tabla 4.8. Homologación tipologías Catastro e IGM.

Tipo IGM	Equivalencia Tipo Catastro
Canal	Agua
Embalse	Agua
Estero	Agua
Esteros y quebradas	Agua
Isla	Agua
Lago	Agua
Lago o laguna	Agua
Pantano, mallín	Agua-vegetación
Piscina	Agua
Ríos anchos o esteros	Agua
Salar, laguna seca	Costra salina
Tranque	Agua

**Tabla 4.9.** Matriz de confusión: hidrografía IGM - Catastro humedales

	Clases hidrografía IGM				
Clases Catastro	Agua	Costra salina	Vegetación	Vegetación -Agua	Total
Agua	5771	119	407	947	7244
Costra salina	77	97	75	87	336
Vegetación	0	0	0	0	0
Vegetación -Agua	3	1	63	14	81
Total	5851	217	63	14	7661

Nota: los valores en la diagonal indican la coincidencia entre las clases.

Con el cálculo de la matriz de confusión se obtuvo una exactitud total del 76,8%, este porcentaje esta dado por el cuociente del total de coincidencias entre las clases contrastadas (IGM - Catastro) y el total de datos clasificados.

La exactitud total obtenida indica que el 76,8% de las entidades espaciales –en su mayoría cuerpos de agua- del IGM están contenidos en la cobertura del Catastro de humedales. El porcentaje de error (23,2%) se distribuye en diferencias de asignación de las clases y/o la ausencia de la clase vegetación en la tipología IGM respecto al Catastro.

Para la calibración de la clase de vegetación se utilizó la cobertura de la Vegetación Azonal Altoandina (UVA) del SAG, la cual abarca geográficamente las regiones XV a la III. La metodología utilizada para la calibración es homologa a la utilizada con el IGM, el procedimiento de esta se observa en la **Figura 4.10**.

El proceso comenzó por la transformación de los polígonos de las UVA a puntos mediante el cálculo de coordenadas del centroide de cada polígono. Esta nueva cobertura conservó los atributos de la base de datos de la cobertura original (UVA). Posteriormente, mediante la asignación espacial de atributos –realizada en el SIG-, se asignó a cada punto datos del Catastro mediante la correspondencia espacial (puntos v/s polígonos). De esta manera se generó una cobertura de puntos con información de los atributos de ambas coberturas involucradas en el análisis. Luego se homologaron de las tipologías a la del Catastro. Las equivalencias de las clases se observan en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Homologación tipologías Unidades Vegetacionales Azonales y Catastro.

Tipo IGM	Equivalencia Tipo Catastro
Vegetación	Vegetación
Salar	Costra salina

Posteriormente se procedió al análisis de la matriz de confusión (Tabla 4.11) la que arrojó una exactitud entre las clases comparadas de 82,3%. Este porcentaje indica que la mayoría de los polígonos de la cobertura de Unidades Vegetacionales Azonales está representada en el Catastro de humedales. El porcentaje de error (17,7%) corresponde a



clases que no coinciden y/o a la ausencia de clases en la cobertura de vegetación azonal respecto al Catastro.

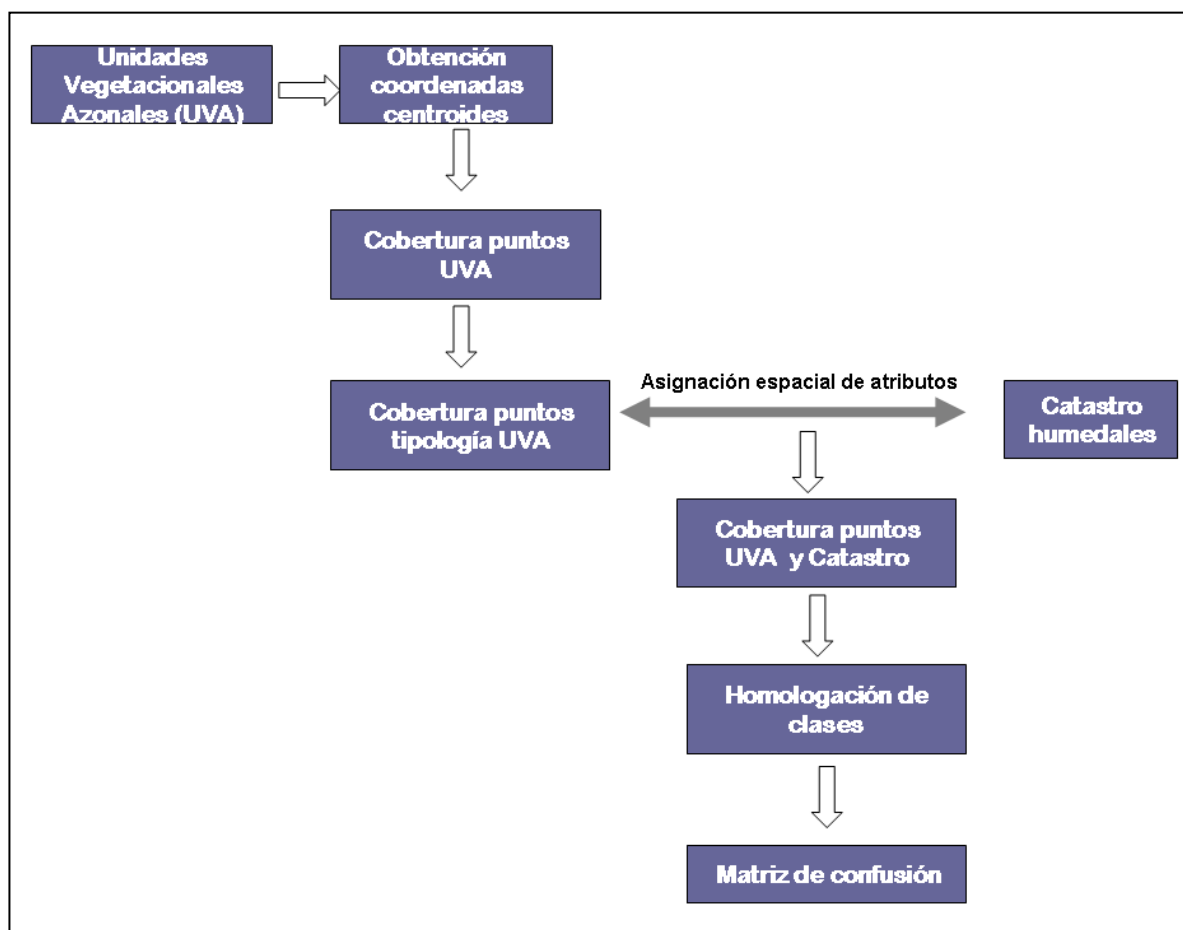


Figura 4.10. Procedimiento de calibración del Catastro de humedales v/s Unidades Vegetacionales Azonales.

Tabla 4.11. Matriz de confusión: Unidades Vegetacionales Azonales - Catastro humedales

	Clases Unidades Vegetacionales Azonales				
Clases Catastro	Agua	Costra salina	Vegetación	Vegetación -Agua	Total
Agua	0	0	0	0	0
Costra salina	5	3	27	3	38
Vegetación	56	106	2865	418	3445
Vegetación -Agua	0	0	0	0	0
Total	61	109	2892	421	3483

Nota: los valores en la diagonal indican la coincidencia entre las clases.



4.2 Condición ambiental de los humedales

4.2.1 Modelo conceptual

Los humedales son sistemas ecológicos vinculados estrechamente con el ciclo hidrológico, la condición basal que permite la presencia y desarrollo de los humedales es la presencia del agua. Este recurso no es utilizado exclusivamente por los humedales, sino que constituye un eje central para el desarrollo de las comunidades humanas, lo cual se ha traducido en un conflicto por su demanda creciente. En la actualidad la principal amenaza para los humedales es la menor disponibilidad de agua por diversos usos de origen antrópico.

La condición ambiental de los humedales es la resultante entre las propiedades estructurales y funcionales de los humedales (ej. riqueza y abundancia de especies, servicios ecosistémicos) y las amenazas que afectan su coherencia estructural y funcional (**Figura 4.11**). De este modo, el aumento del nivel de amenaza sobre un humedal, necesariamente afectará su condición ecológica. Dependiendo de la naturaleza e intensidad de la amenaza es posible observar modificaciones en algunos componentes (ej. calidad de agua, abundancia de especies), hasta alteraciones en procesos (ej. estado trófico).

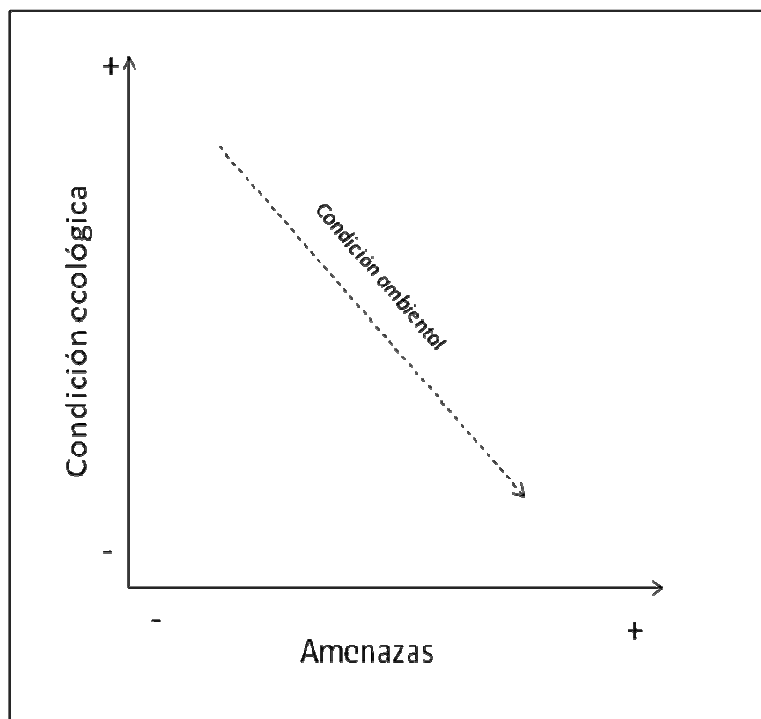


Figura 4.11. Definición conceptual de la condición ambiental de los humedales



4.2.2 Tipos de amenazas

A partir de las amenazas señaladas en el punto 3.2, se realizó una revisión de bases de datos disponibles en diferentes instituciones públicas, las que se encuentran señaladas en la **Tabla 4.12**. En la cual se detalla el tema de interés, el nombre del archivo o cobertura espacial (*shape*), una breve descripción de la información contenida, la cobertura geográfica del tema, si esta se encuentra a nivel nacional o regional, la fuente de la información y se señala, en el campo “Amenaza” aquellas coberturas que representan, o podrían representar, una amenaza para la salud de los humedales.

Tabla 4.12. Fuentes de información y posibles amenazas.

Tema	Nombre del archivo	Descripción	Cobertura	Fuente	Amenaza
Uso de suelo	Catastro Bosque Nativo	Uso del suelo de todo el territorio nacional por región con información del uso del suelo y especies dominantes.	Regional	CONAMA CONAF	X
SNASPE	01_RN_F15_QR49	Ubicación de Reservas Naturales en el país	Regional	CONAMA	
SNASPE	02_PN_F03_QR32_mej3	Ubicación de Parque Naturales del país	Regional	CONAMA	
SNASPE	04_MN_F03_QR15_mej3	Ubicación de Monumentos Naturales del país	Regional	CONAMA	
Sitios prioritarios	sitios_prioritarios_junio 338	Ubicación de los sitios prioritarios en el país	Regional	CONAMA	
Ecotipos	Ecotipos	Clasificación de los humedales del país por región	Regional	CONAMA	
SEA	Pto_representativo_geo_v4_15	Ubicación de todos los proyectos que ingresaron al sistema de evaluación ambiental después del año 1995	Regional	CONAMA	X
Agroclima	Agroclima	Información climática por región	Regional	CNR	X
Viento	Suelos	Velocidades y orientación de vientos por región.	Regional	CNR	
Clasificación suelo	Suelos	Información sobre capacidad de uso, serie de suelo, aptitud de riego, categoría de drenaje por región		CNR	
Acuíferos	acuíferos_país	Ubicación de acuíferos del país	Nacional	CNR	



Tratamiento de agua	tratadas	Ubicación de planta de tratamientos aguas servidas y tipo de planta (emisario submarino, fosa séptica, otra)	Regional	CNR	X
Canales	canales	Ubicación canales e información acerca de la propiedad, usuarios y derechos de aguas.	Regional	CNR	
Embalses	embgran / embpeq	Ubicación e información de los embalses (propiedad, fuente hídrica, tipo)	Regional	CNR	
Fuentes contaminantes	FuentesCont	Ubicación de las fuentes contaminantes, tipo de descargas, pertenencia, volumen de descarga, nombre del cuerpo receptor de la descarga, parámetros de calidad de agua.	Regional	CNR	X
Ley18450	Ley18450	Información de los proyectos que se han acogido a esta ley	Regional	CNR	
Calidad de agua	calidadagua	Ubicación de estaciones de calidad de aguas de la DGA	Regional	CNR-DGA	X
Riego	SistemRiego	Superficies de riego	Regional	CNR	X
Cuencas	Cuencas	Delimitación de cuencas, subcuencas y subsubcuencas	Regional	DGA	
PTAs	PTAS_actual_122010	Distribución espacial de plantas de tratamiento de aguas	Nacional	DGA	X
Calidad de aguas	Est Calidad de Agua	Estaciones calidad de agua	Nacional	DGA	X
Humedales altoandinos	unidades vegetación azonal	Distribución de los humedales altoandinos y descripción de la vegetación azonal	Regiones XV a III	SAG	
Red hidrográfica	Hidrografía 1:50,000	Hidrografía (cursos de agua y contorno de lagos y lagunas)	Regional	IGM	
Base Datos Humedales	Base Datos Humedales 64	Ubicación geográfica, tipo de humedal, riqueza, información de la existencia de estudios elaborados por humedal	Nacional	Sernapesca	



4.3 Rol ambiental de los humedales como indicador a nivel de cuenca

4.3.1 Modelo conceptual

El patrón hidrológico de la cuenca es el principal factor forzante para los humedales y por ello, diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal generan una variedad de respuestas dentro de éste. Por ende, los humedales son un reflejo de las condiciones ambientales presentes en la cuenca hidrológica, donde los aportes directos (ej. ríos) o difusos (ej. escorrentía) afectan su comportamiento (**Figura 4.12**).

Durante el periodo de crecidas o de mayores caudales, se produce una reducción de la producción biológica, por el “lavado hidráulico” de los componentes bióticos y abióticos del humedal. En cambio, durante el periodo de estiaje la producción biológica aumenta debido al incremento del tiempo de residencia del agua y de la radiación solar. Esta alta sensibilidad a los cambios climáticos e hidrológicos conlleva a que la organización de los humedales muestre una marcada alternancia temporal y solamente surja cuando las condiciones hidrológicas lo permitan. La estrecha dependencia a las condiciones hidrológicas también es evidente a través del efecto en la disponibilidad de nutrientes, en los niveles de pH, en el grado de anaerobiosis del sustrato, en la salinidad del suelo y en diversas propiedades de los sedimentos.

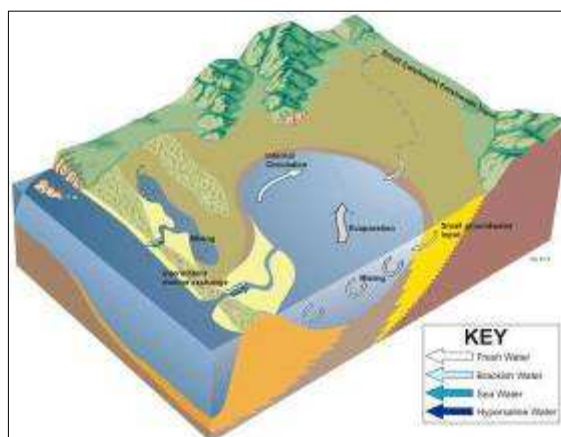


Figura 4.12. Descripción del acoplamiento entre los humedales y la cuenca hidrológica.

Los nutrientes aportados al humedal pueden ser de origen terrestre, provenientes de la cuenca de drenaje, denominados alóctonos, constituyéndose como la principal fuente de energía al ecosistema (**Figura 4.13**). Por otra parte, entre las principales funciones de los humedales esta la capacidad de producción de materia orgánica autóctona, proceso que se denomina eutroficación. Como se señaló anteriormente, la producción biológica en los humedales es regulada por factores externos, como recursos hídricos y aportes de nutrientes, dando como resultado una acumulación progresiva de materia orgánica (**Figura 4.14**).

Los humedales pasan de un estado de bajo contenido de materia orgánica (oligotrófico) hacia un estado de alto contenido de materia orgánica (eutrófico), siendo este proceso unidireccional e irreversible (**Figura 4.15**).



El efecto del aporte de nutrientes de origen antrópico a los humedales, es el incremento en la tasa de acumulación de materia orgánica. Lo que permite establecer los siguientes hechos: i) la eutrofización es un proceso natural de enriquecimiento de los humedales, ii) aportes antrópicos de nutrientes aceleran el proceso de eutrofización, iii) el manejo integrado de los humedales solo permite reducir la velocidad de la eutrofización y, iv) todos los humedales sufren un proceso de envejecimiento o deterioro que altera la estructura y funcionamiento de los mismos.

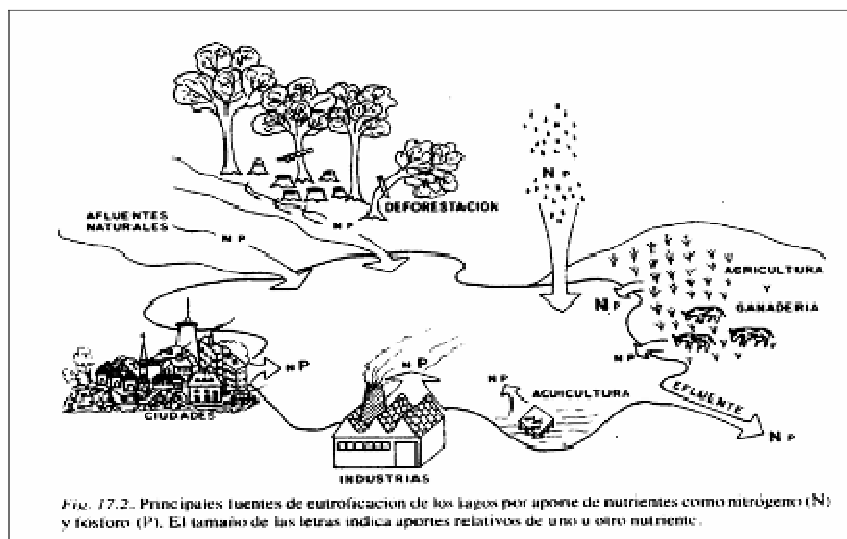


Figura 4.13. Aportes difusos y puntuales de materia orgánica y nutriente desde la cuenca hidrológica hacia los humedales.

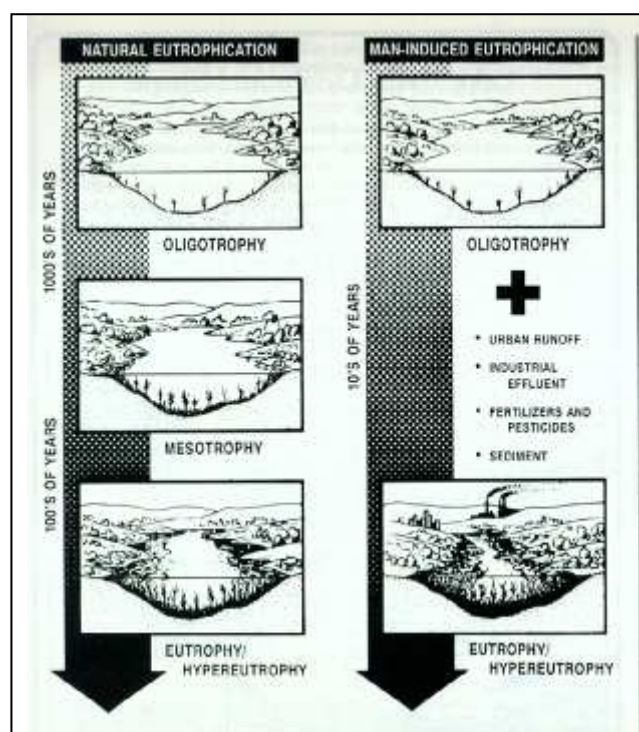


Figura 4.14. Descripción del proceso de eutrofización en humedales.

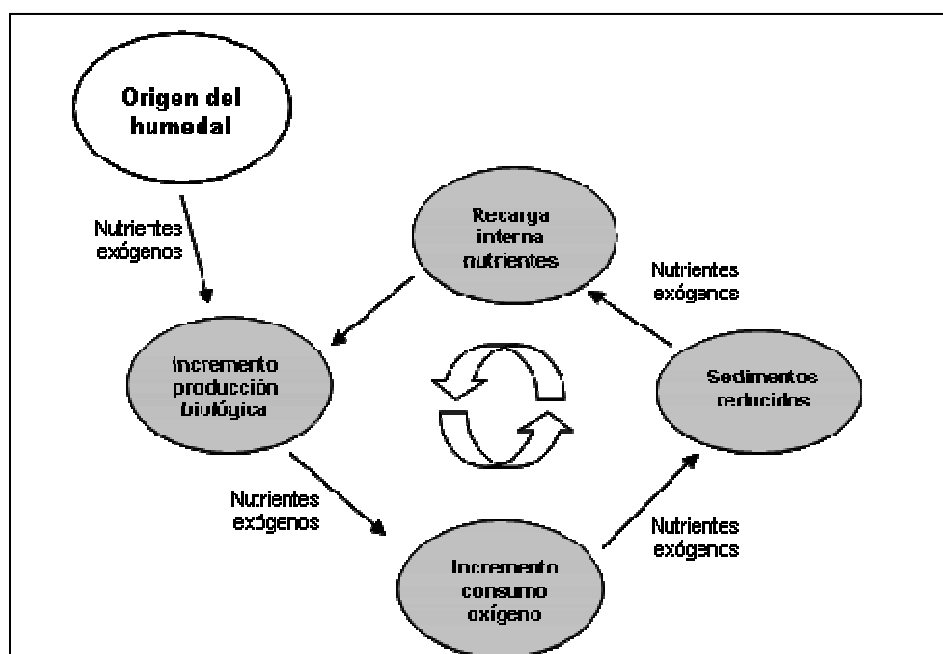


Figura 4.15. Ciclo de producción biológica unidireccional debido a aportes de nutrientes exógenos.



4.3.2 Indicadores de estado según Ecotipos

Cada uno de los elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de los humedales responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). De este modo, podemos utilizar cualquier componente del humedal para monitorear su “estado” (ej. bioindicadores), y trasladar esa condición al estado del humedal. Para lo cual debemos utilizar el supuesto que el componente escogido representa fielmente la condición global del humedal, o bien, es el componente más sensible que permite detectar cambios tempranos. Es evidente que cuando se desconocen las características básicas de los componentes bióticos y/ abióticos, su uso como bioindicadores es limitado. En este contexto la identificación de variables de estado de los humedales, permite analizar la condición global del humedal sin la necesidad de un análisis detallado de su estructura. Las variables de estado son aquellas que describen el comportamiento global de los humedales.

Las perturbaciones son procesos que afectan la estructura y funcionamiento de los humedales, dependiendo de su comportamiento pueden ser de 2 tipos: i) presión, donde el proceso actúa por un periodo prolongado de tiempo, y ii) pulso, donde existe un evento único. Dentro de este último tipo se encuentran las perturbaciones catastróficas, que son eventos de corta duración pero de alta intensidad. En función del origen, las perturbaciones pueden ser naturales o antrópicas, aún cuando los efectos que generan sobre los humedales pueden ser similares. Las perturbaciones de tipo natural modifican los humedales, pero son procesos que forman parte de la dinámica de los sistemas (ej. crecidas). Los sistemas tienen la capacidad de resistir o absorber el efecto de las perturbaciones naturales (capacidad de resiliencia o buffer), mediante la duplicación de las funciones ecosistémicas, estadios de resistencia, entre otros. En cambio, las perturbaciones antrópicas son frecuentemente procesos o materiales “no conocidos” por los sistemas y por ende, los efectos pueden ser muy variables, pero en la mayoría de los casos de carácter negativo (ej. contaminación).

Tal como se indicó anteriormente, los humedales son regulados principalmente por factores como el caudal, las condiciones climáticas y los nutrientes, entre otros. Sin embargo, no todos los factores tienen la misma jerarquía (“importancia”), en cuanto a su rol como factor forzante.

En la **Figura 4.14** se presenta en forma muy simple la jerarquía de los factores que regulan los humedales, a partir de lo cual se desprende que los factores físicos son los más importantes, para luego continuar con los químicos y por último los biológicos. Esto podemos ejemplificarlo de la siguiente manera: podemos agregar una cantidad de nutrientes extremadamente alta a un humedal sin que ocurran cambios en su condición trófica, debido a que los tiempos de residencia pueden ser bajos. O bien, podemos agregar peces herbívoros a un humedal para controlar la biomasa de plantas acuáticas sin ningún resultado, si es que el humedal presenta una carga de nutrientes alta. En cambio, una alteración en los caudales modifica inmediatamente la masa de los componentes bióticos y abióticos.

Los procesos biológicos en los ecosistemas acuáticos, son una expresión de las condiciones físicas y químicas, que se producen en la columna de agua y sedimentos, modulados por factores forzantes externos. De este modo, cualquier cambio en el



comportamiento de ambas matrices, generará cambios en la composición y abundancia de las comunidades acuáticas.

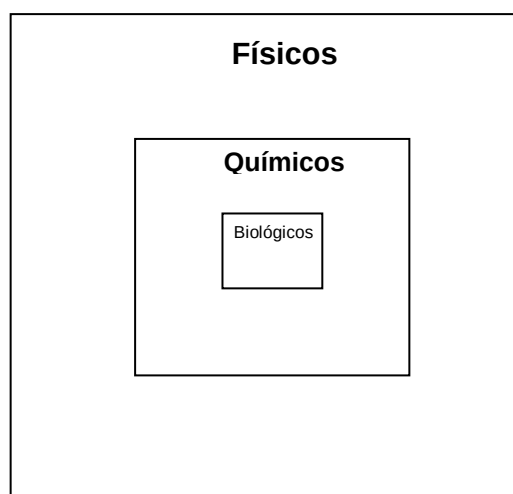


Figura 4.14. Distribución jerárquica de los factores que controlan los humedales.

Los indicadores de estado corresponden a los identificados por Ecotipos en el estudio CONAMA-CEA (2006), los cuales se presentan en el Anexo 3.

4.3.3 Criterios para localización de humedales indicadores a nivel de cuenca

Los criterios propuestos para establecer humedales indicadores son los siguientes:

- Cuerpo de agua de síntesis: lago o laguna que recibe aportes directos y difusos desde la cuenca, a través de ríos tributarios y la zona litoral.
- Cursos de agua: corresponde a río o tramos de río que reciben aportes directos y difusos desde la cuenca

La localización específica en una cuenca dependerá de la distribución espacial de los humedales, definida a partir del catastro y la ubicación de fuentes de contaminación y/o alteración de la dinámica natural de los cuerpos de agua.



4.3.4 Estudio experimental de humedales piloto

4.3.4.1 Detección de humedales pilotos

Para la identificación espacial de los humedales, a partir de las imágenes hiperespectrales captadas con el sensor Aisa, se siguieron los siguientes pasos metodológicos sintetizados en la **Figura 4.15**.

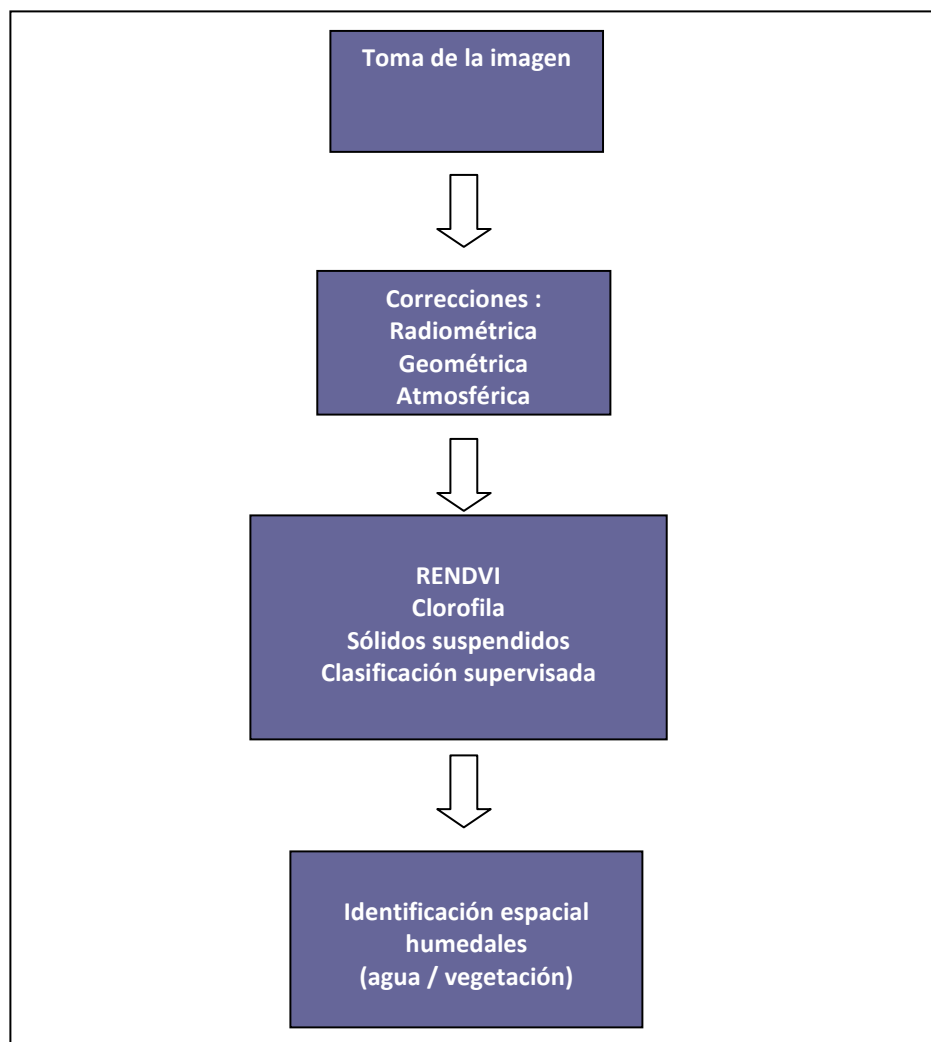


Figura 4.15. Síntesis metodológica para la identificación de humedales piloto.

La toma de las imágenes se realizó el día 11 de noviembre de 2010, durante el vuelo se capturaron los 6 tramos definidos para caracterizar la cuenca. Las imágenes se obtuvieron con una resolución espacial de 1 metro y espectral de 64 bandas. Para ellos se voló a una altura promedio, respecto del terreno, de 1500 metros. En la **Figura 4.16** se aprecian los 6 tramos captados por el sensor hiperespectral en composición color verdadero.



Posteriormente se realizaron las correcciones radiométricas y geométricas, para esta última se utilizó el modelo de elevación de terreno ASTER GDEM de 30 metros de píxel, el cual es distribuido en forma gratuita, a través de Internet (<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/index.jsp>) por los gobiernos de Japón (METI¹⁹) y EEUU (NASA²⁰). Posteriormente se realizó la corrección atmosférica utilizando el modelo "Dark Object".

Una vez realizadas las correcciones se calcularon los índices de vegetación y las concentraciones de clorofila y sólidos suspendidos. Los resultados obtenidos de estos análisis se aprecian en las **Figuras 4.17, 4.18 y 4.19**.

4.3.4.2 Criterios de identificación y delimitación de humedales pilotos

Para la determinación de cuerpos de agua y vegetación se utilizó una clasificación supervisada, generando 20 clases con las cuales fue posible separar el agua de la vegetación. La clase identificada como *clase 1*, fue la que correspondía a los cuerpos de agua, según el índice RENDVI (descrito en el punto **3.3.4.3**), la información de terreno y la fotointerpretación, la que en este caso aporta valiosa y detallada información debido al tamaño del píxel (1 metro). Identificada esta clase se reclasificó la imagen en 2 clases, una correspondiente al cuerpo de agua y otra clase a todo lo que no correspondiera a agua. Mediante este procedimiento fue posible separar el agua y generar un polígono para su representación. Posteriormente, este polígono fue utilizado como máscara para delimitar la distribución espacial de la clorofila y los sólidos suspendidos en cada uno de los tramos.

Mediante la clasificación supervisada, de las imágenes hiperespectrales de los tramos, también se obtuvieron diferentes clases de vegetación, las que fueron contrastadas con el RENDVI para validar que se tratase efectivamente de vegetación. Este índice posee valores entre -1 y 1. Todos aquellos valores superiores a 0 corresponden a vegetación, con diferente grado de actividad fotosintética. Así, los valores positivos cercanos a cero pueden indicar que se trata de vegetación poco vigorosa, en tanto que los valores cercanos a 1, indican vegetación altamente vigorosa y/o activa. Cabe señalar que diferentes tipos de vegetación, así como de coberturas, pueden arrojar valores de índice similares. Por lo anterior para determinar el tipo de vegetación que se trata, se debe contar con información de terreno.

Así mismo, el RENDVI se utilizó para validar la clase agua, esto se hizo superponiendo la imagen del índice a la de la clasificación y constatando que los valores del índice para la clase de agua fueran efectivamente valores negativos, los que indican presencia de agua en este índice.

La expresión espacial de los cuerpos de agua y la vegetación de los distintos tramos se observa en la **Figura 4.21** y las superficies asociadas a estas clases en la **Tabla 4.13**.

¹⁹ The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan

²⁰ National Aeronautics and Space Administration


Tabla 4.13. Superficies de agua y vegetación de los tramos del río Aconcagua.

Tramo	Agua (ha)	Agua %	Vegetación (ha)	Vegetación %	Superficie total tramo
1	34,7	2,78	522,47	41,92	1246,38
2	23,21	3,46	429,72	64,04	670,97
3	18,36	2,40	397,2	51,86	765,95
4	27,7	3,44	348,42	43,26	805,32
5	39,68	5,10	414,08	53,23	777,92
6	43,43	5,14	410,07	48,51	845,29

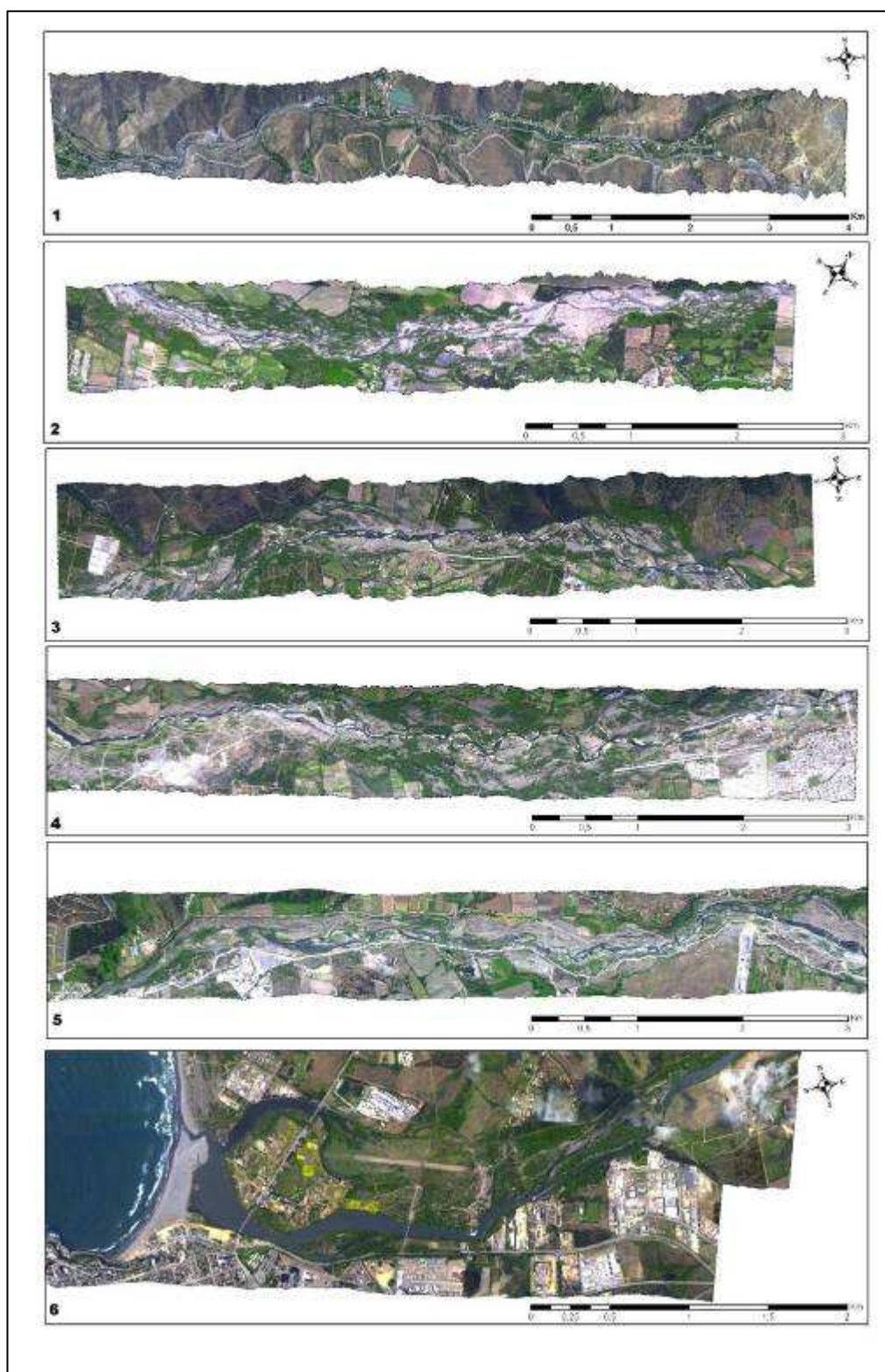


Figura 4.16. Tramos capturados en la cuenca del Aconcagua.

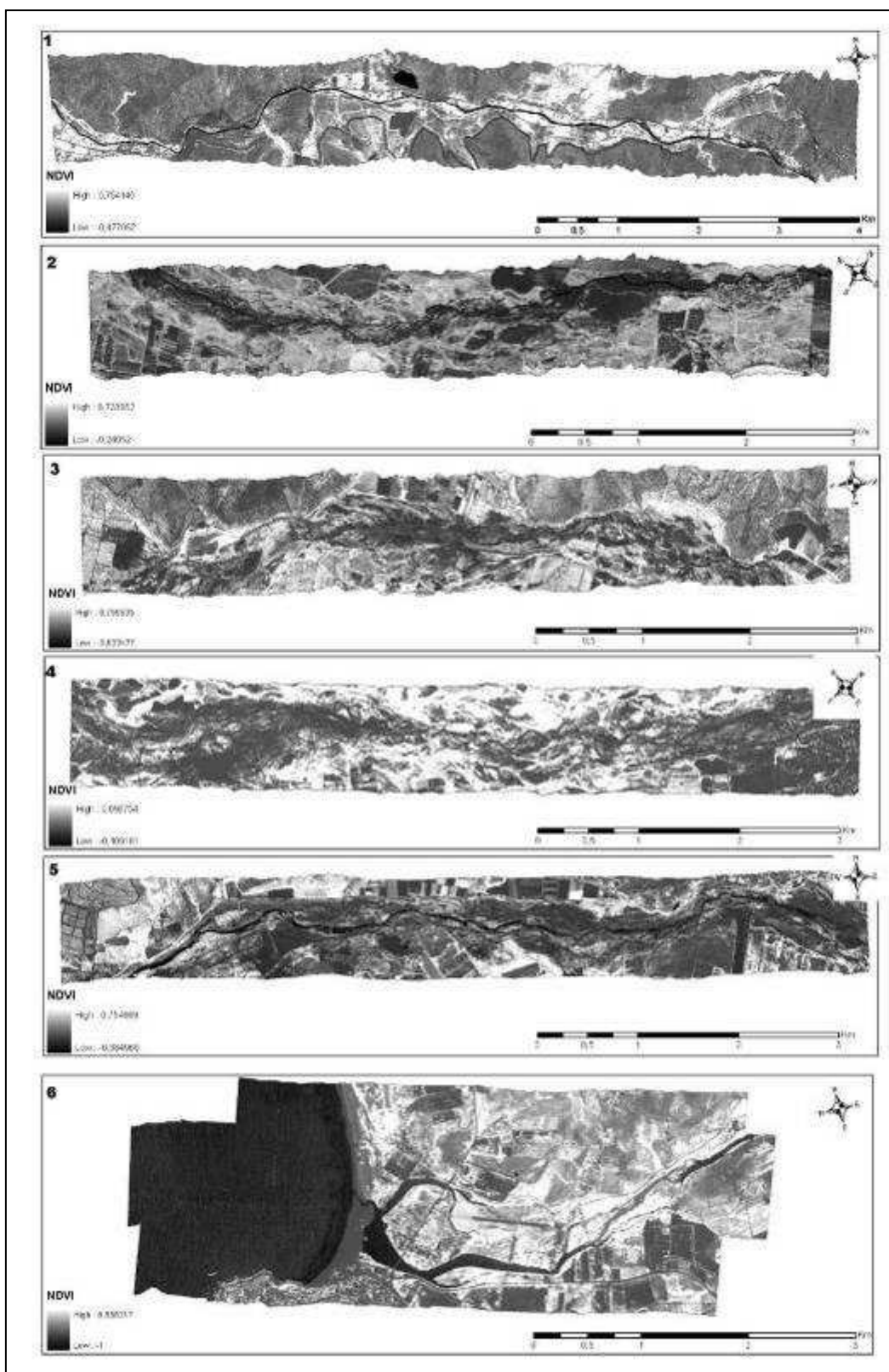


Figura 4.17. RENDVI en los tramos capturados en la cuenca del Aconcagua.

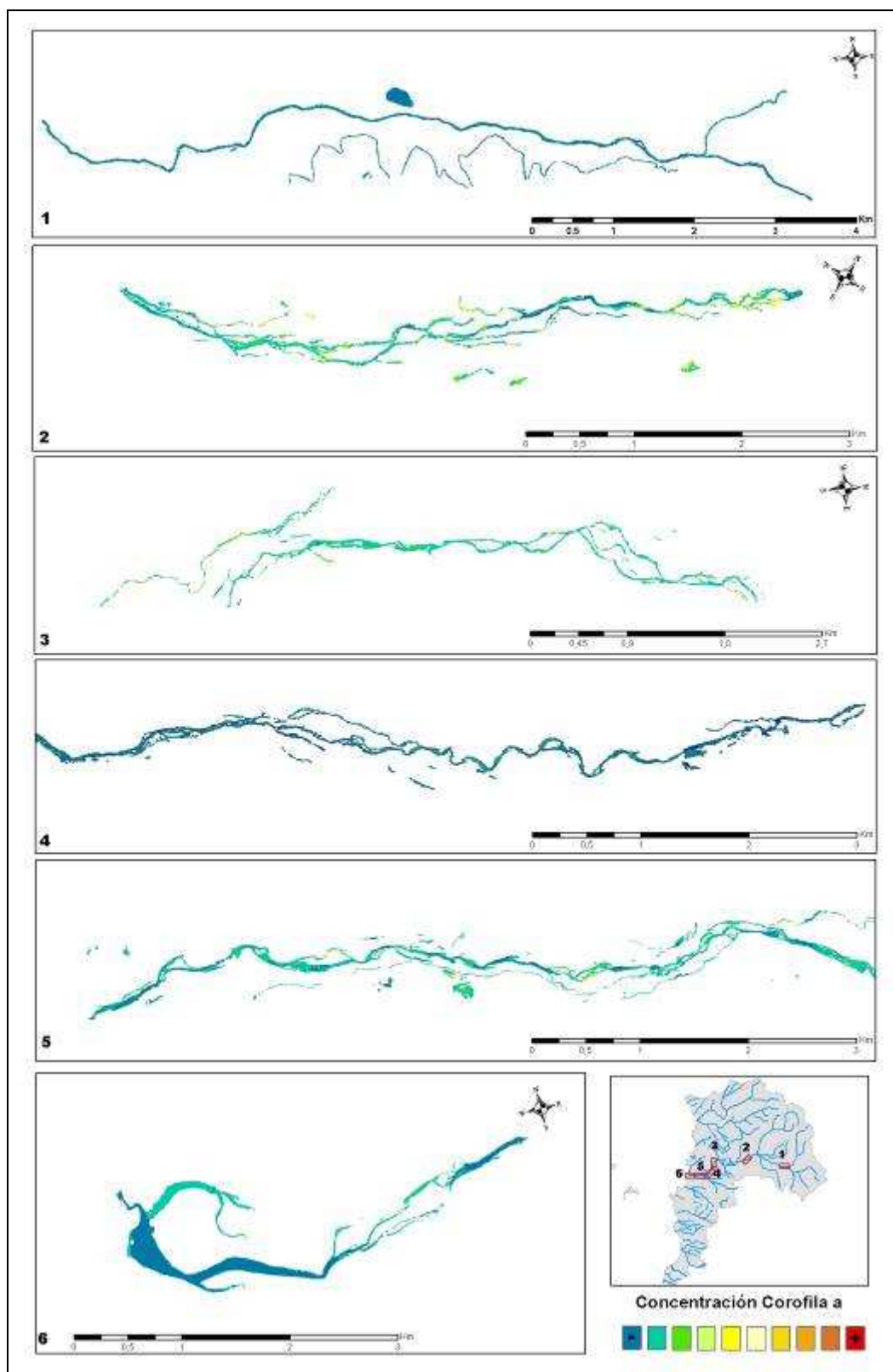


Figura 4.18. Distribución espacial de clorofila en los tramos del río Aconcagua.

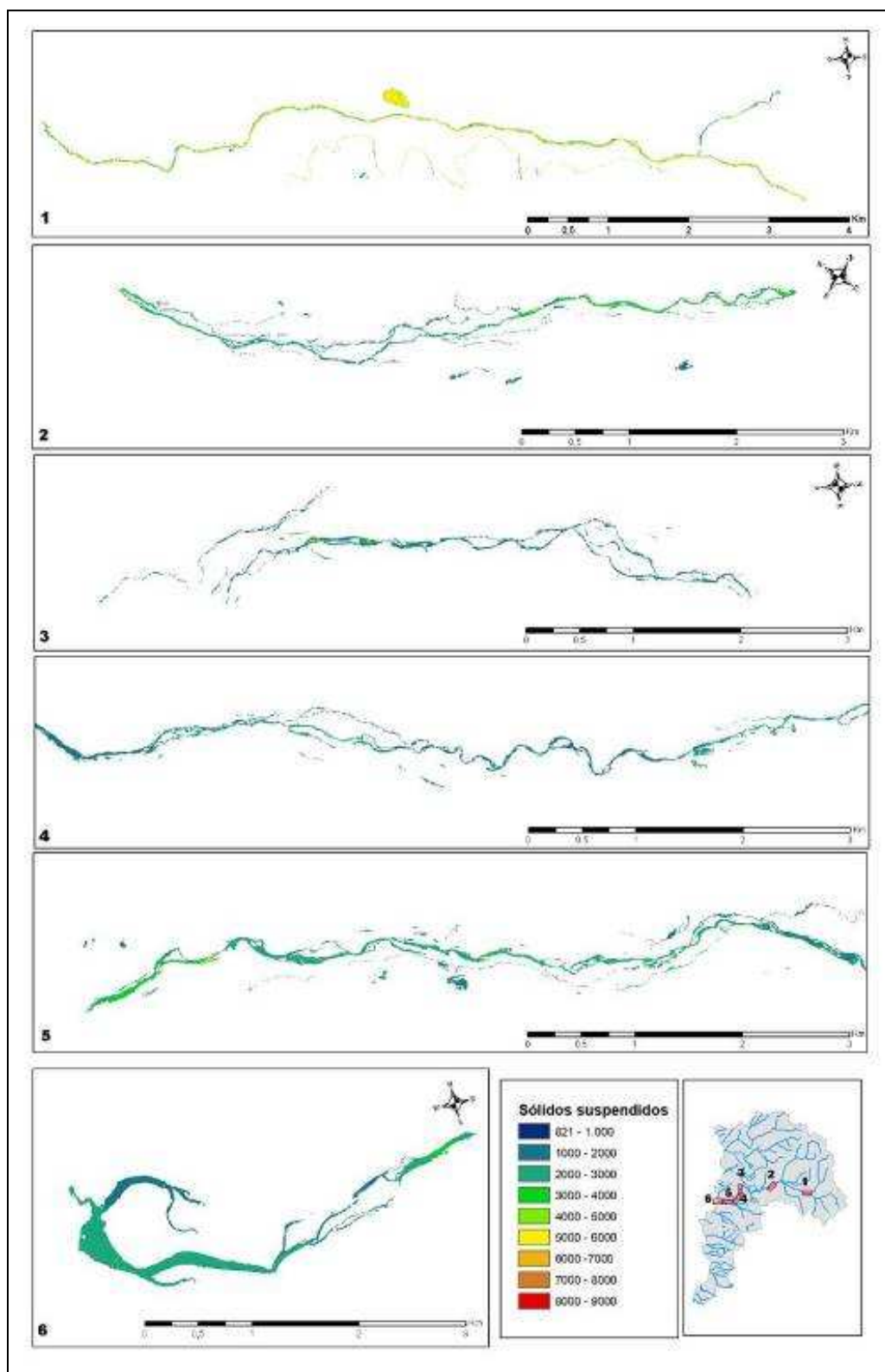


Figura 4.19. Distribución espacial de sólidos suspendidos en los tramos del río Aconcagua.

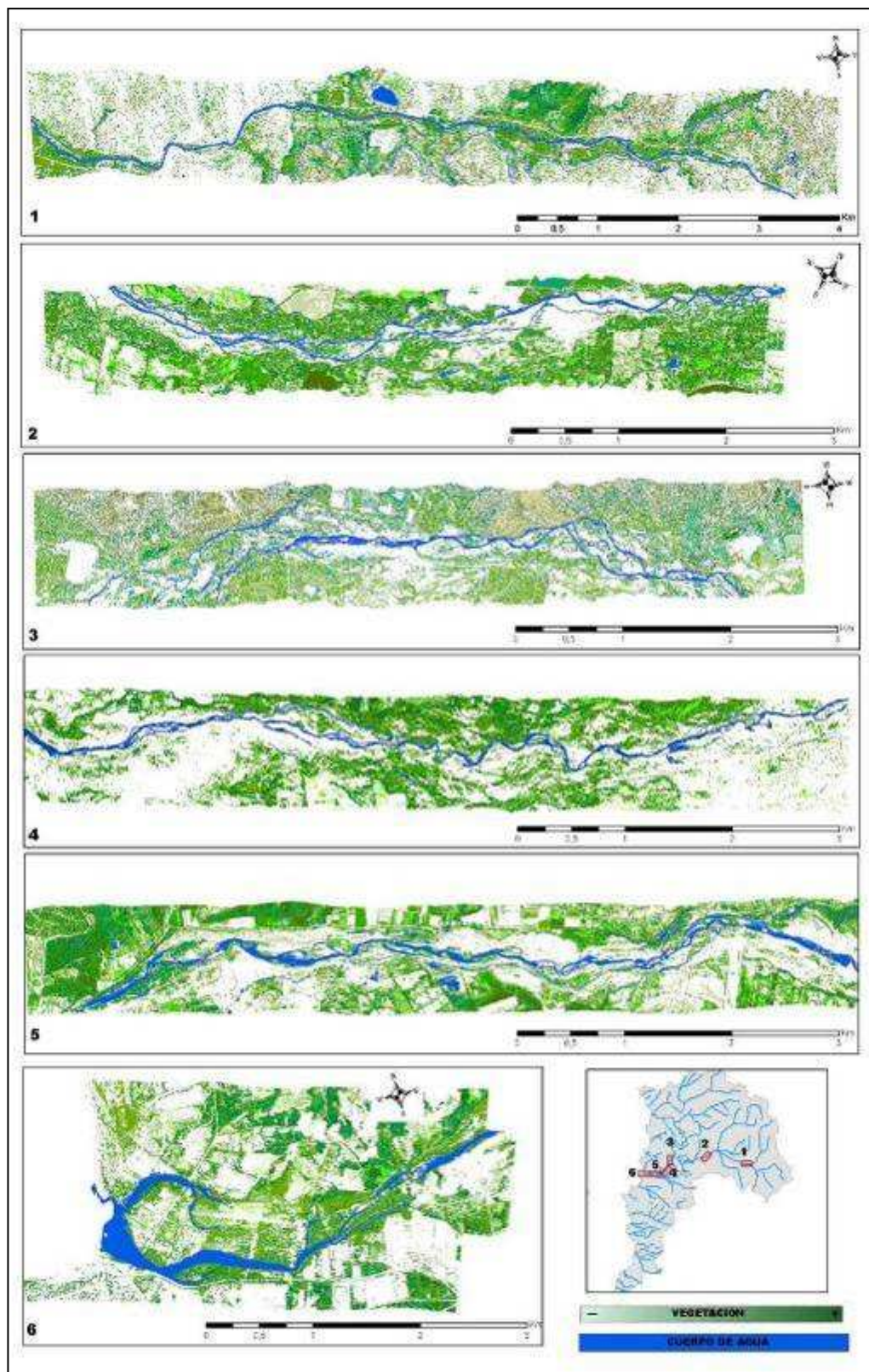


Figura 4.20. Cuerpos de agua y vegetación de tramos del río Aconcagua.



4.3.4.3 Evaluación del estado ambiental de los humedales piloto

Para la evaluación del estado ambiental de los humedales pilotos, correspondiente a los 6 tramos del río Aconcagua, se realizó un monitoreo en 22 estaciones, cuya distribución se aprecia en la **Figura 4.21**.

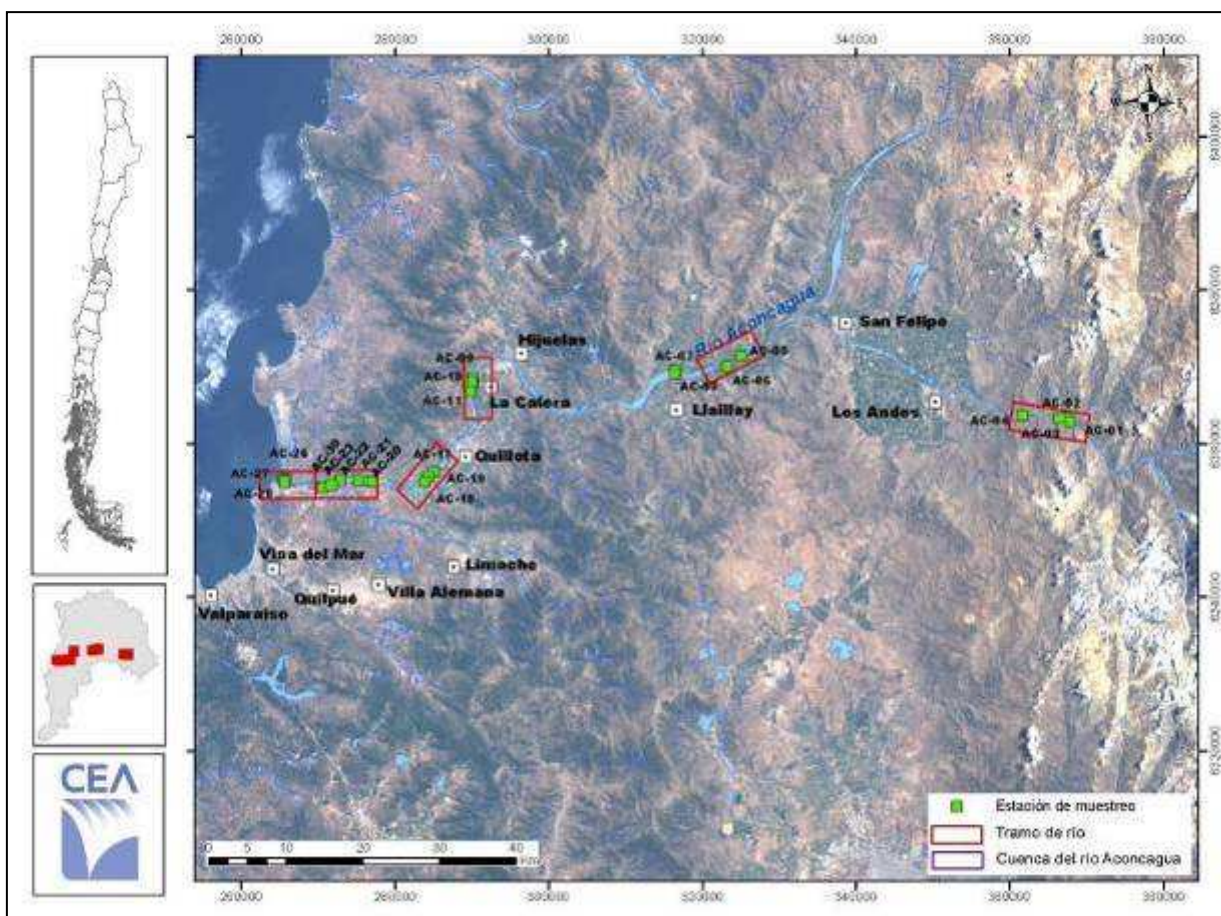


Figura 4.21. Distribución de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río Aconcagua.

La campaña de monitoreo fue realizada los días 15,16 y 17 de noviembre de 2010. Los parámetros medidos se indican en la **Tabla 4.14**.



Tabla 4.14. Parámetros de calidad de agua monitoreados en cuenca del río Aconcagua. Noviembre 2010.

Estaciones	Coliformes fecales	Coliformes totales	Fósforo total	Nitrógeno orgánico total	Potencial Redox	Turbidez
	NMP/100ml	NMP/100ml	ug/L	ug/L	mV	NTU
AC-01	90,8	980,4	53,0	272,5	195,0	26,7
AC-02	141,4	307,6	132,0	295,0	187,0	46,6
AC-03	81,6	1203,3	110,0	275,0	220,0	45,5
AC-04	11,0	51,2	127,0	347,5	224,0	46,7
AC-05	1986,3	>2420	98,0	351,3	-118,0	10,3
AC-06	224,7	>2420	10,0	221,3	41,0	1,0
AC-07	1732,9	>2420	55,0	226,3	55,0	7,2
AC-08	72,8	>2420	82,0	188,8	49,0	21,6
AC-09	2419,6	>2420	74,0	787,5	-322,0	2,8
AC-10	913,9	>2420	49,5	548,1	-361,0	1,9
AC-11	1986,3	>2420	72,0	521,3	-187,0	3,0
AC-17	35,9	2419,6	2130,0	725,0	92,0	2,9
AC-18	48,0	>2420	2015,0	750,0	84,0	7,2
AC-19	40,2	>2420	1900,0	662,5	80,0	5,0
AC-20	416,0	2419,6	182,0	253,8	149,0	7,8
AC-21	45,7	>2420	276,0	591,3	152,0	37,6
AC-22	34,1	>2420	297,0	435,0	-193,0	50,9
AC-23	29,8	1011,2	36,0	410,0	-345,0	3,3
AC-26	156,2	>2420	260,0	613,8	-294,0	9,0
AC-27	365,4	>2420	262,0	530,0	-108,0	8,7
AC-28	71,7	>2420	333,0	737,5	121,0	23,5
AC-30	30,1	>2420	228,0	370,0	-384,0	10,6
Promedio	497,0	2031,5	399,2	459,7	-30,1	17,3
Mín.	11,0	51,2	10,0	188,8	-384,0	1,0
Máx.	2419,6	2420,0	2130,0	787,5	224,0	50,9

Todos los parámetros medidos presentaron valores cuantificables. Los valores de Coliformes totales en algunas estaciones presentaron valores sobre el límite de detección.



-Coliformes Fecales (NMP/100 ml): las concentraciones de Coliformes fecales presentaron un mínimo de 11 NMP/100ml, en la estación AC-04, mientras que el máximo fue de 2419.6 NMP/100ml, en la estación AC-09, calculando un valor promedio para el área de 497,0 NMP/100ml. Para este parámetro la NCh N° 1333, establece como límite máximo 1.000 NMP/100ml, el cual se ve superado en las estaciones AC-05, AC-07, AC-09 y AC-11; el anteproyecto de NSCA de la cuenca del río Aconcagua, para el área de vigilancia AC-30 entrega un valor de 256 NMP/100ml el que se encuentra sobrepasando en las estaciones AC-05 y AC-07, así mismo para el área de vigilancia AC-10 (15 NMP/100ml) las estaciones correspondientes a AC-02 y AC-03 también sobrepasan los valores del anteproyecto (141,4 y 81,6 NMP/100ml, respectivamente). **Figura 4.22 y 4.23.**

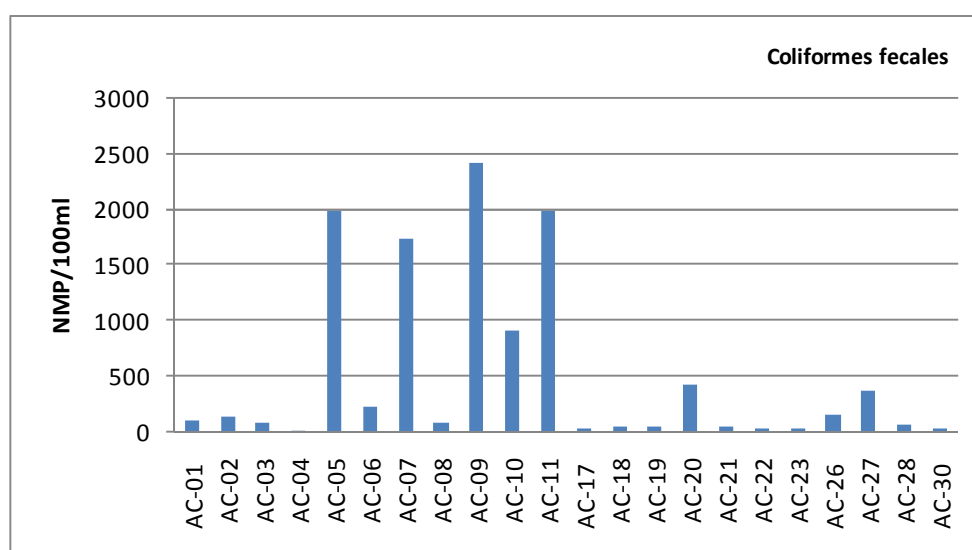


Figura 4.22. Gráfico Coliformes fecales (NMP/100ml).

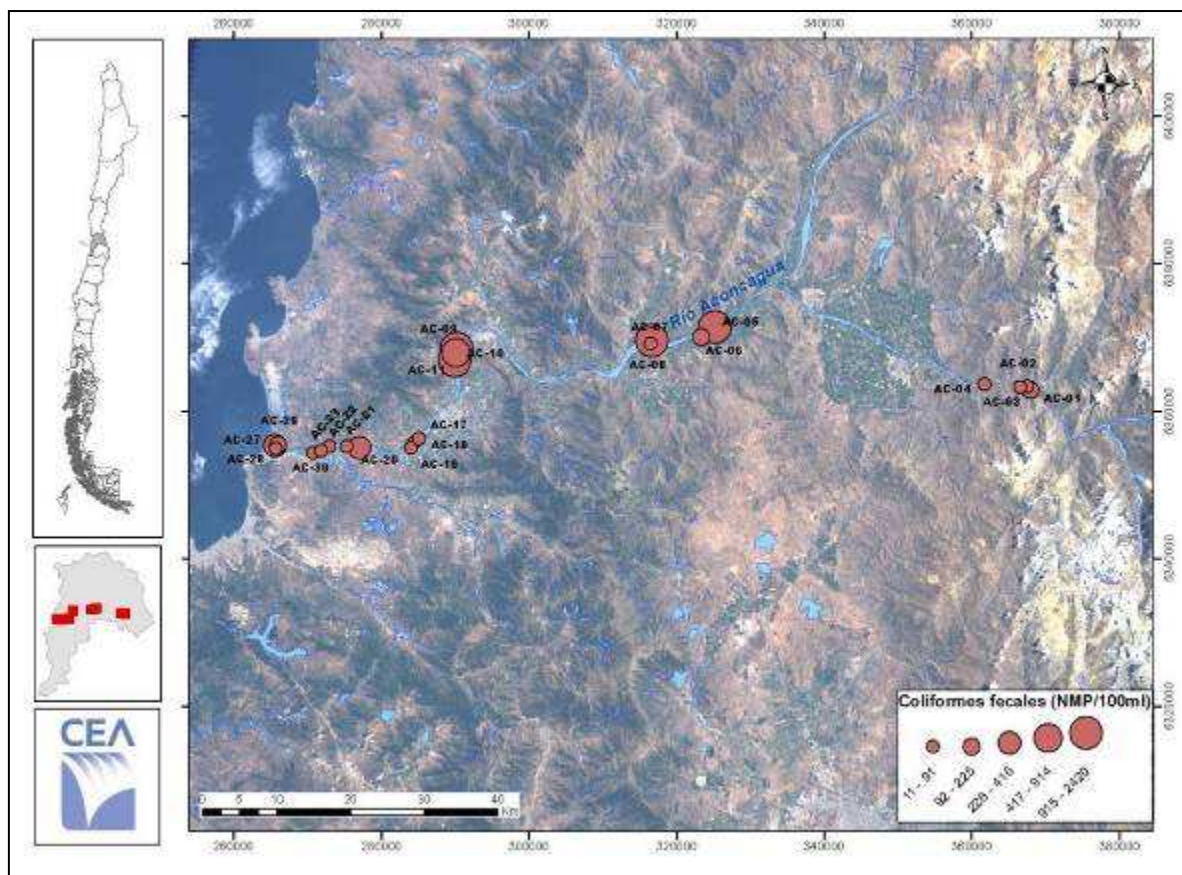


Figura 4.23. Mapa de Coliformes fecales (NMP/100ml).

-Coliformes Totales (NMP/100 ml): se presentaron valores heterogéneos en el área de estudio, los cuales fluctuaron entre los 51,2 NMP/100ml en la estación AC-04 y un valor máximo de >2420 NMP/100ml, registrado en la mayor parte de las estaciones del río Aconcagua. Para este parámetro la NCh N°1333 no establece referencia, mientras que el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua, para el tramo AC-10 (200 NMP/ml) sobrepasan las estaciones AC-02 y AC-03 con 307,6 NMP/ml y 1203,3 NMP/ml respectivamente, lo mismo ocurre con el tramo AC-30 en la que aparecen todas las estaciones sobrepasando el valor del anteproyecto (1271 NMP/100ml). **Figuras 4.24 y 4.25.**

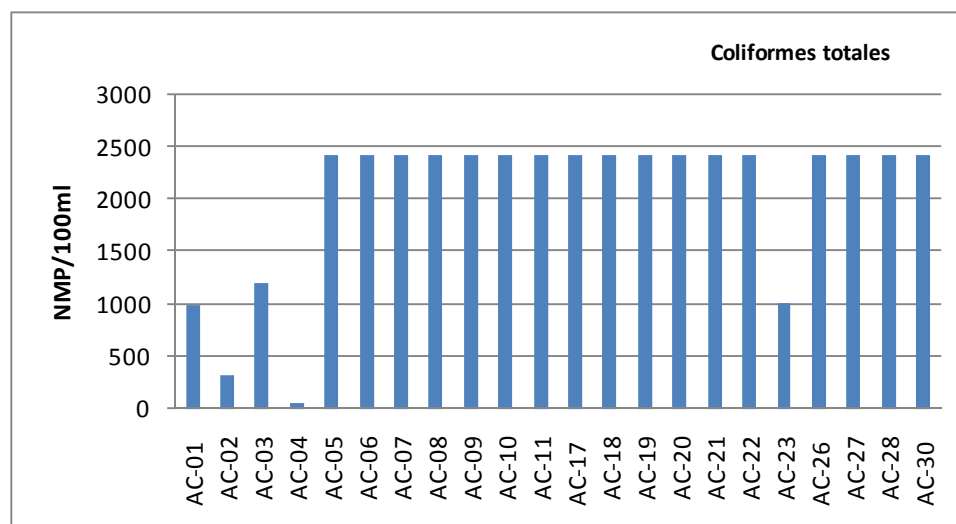


Figura 4.24. Gráfico Coliformes totales (NMP/100ml)

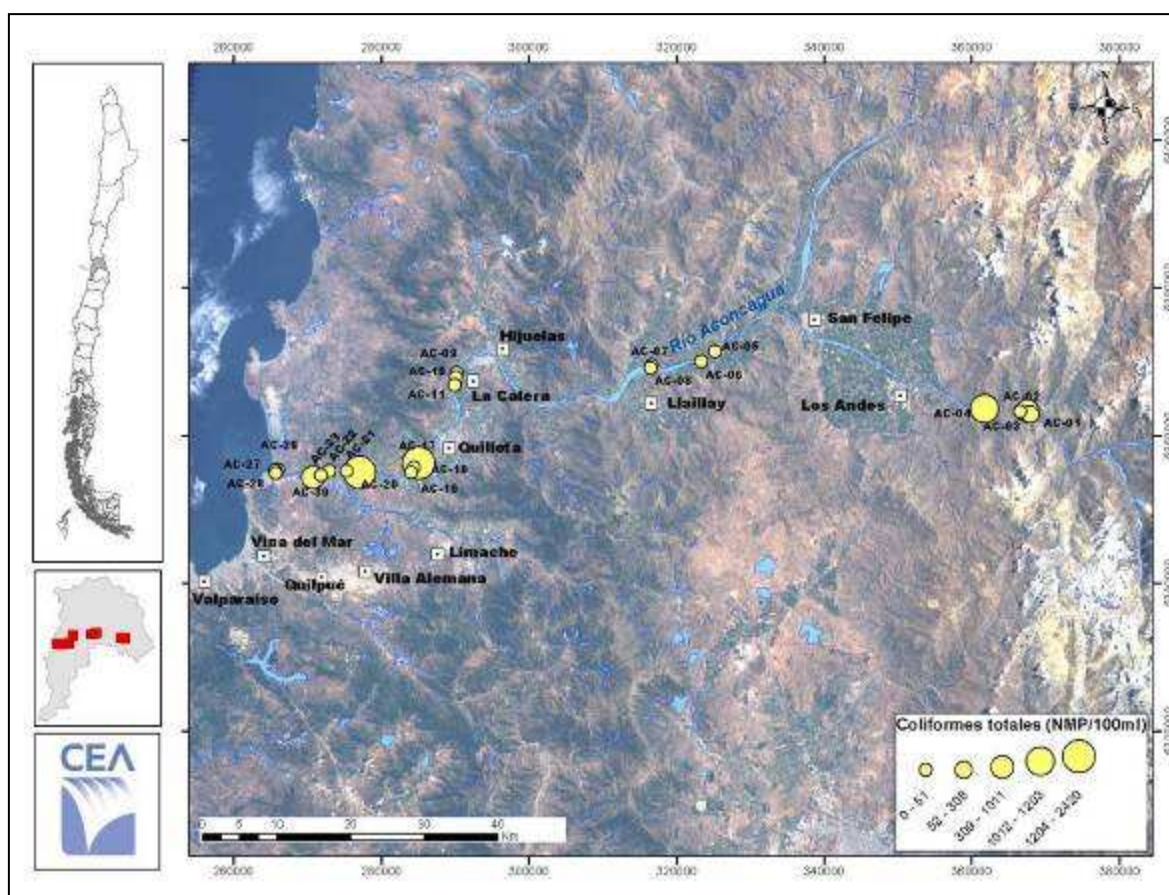


Figura 4.25. Mapa de Coliformes totales (NMP/100ml).



-Fósforo Total (µg/l): los valores registrados en esta campaña se presentaron heterogéneos, fluctuaron entre los 10,0 µg/l en la estación AC-06, y 2130,0 µg/l en la estación AC-17, presentando así una concentración promedio de 399,2 µg/l. Las estaciones AC-17, AC-18 y AC-19 fueron las que obtuvieron los mayores valores para este parámetro, estas estaciones se encuentran en un sector agrícola. Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen límite de referencia. **Figuras 4.26 y 4.27.**

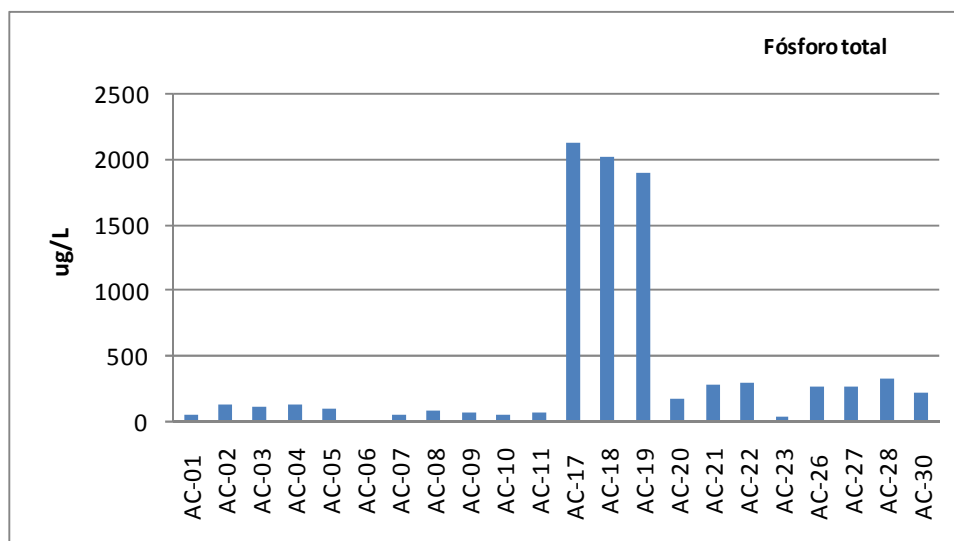


Figura 4.26. Gráfico Fósforo total (ug/L).

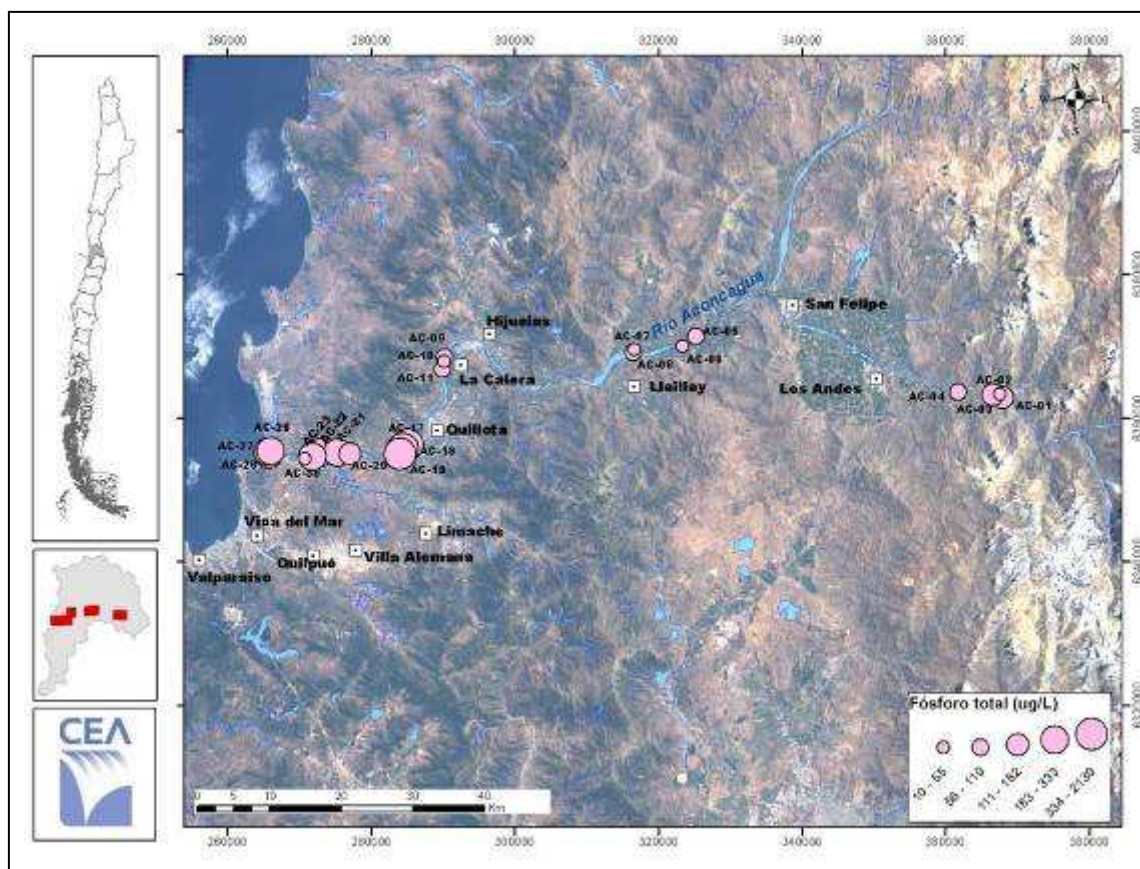


Figura 4.27. Mapa de Fósforo total (ug/L)

-Nitrógeno Orgánico Total (µg/l): según los valores registrados en el área de estudio, el valor mínimo se presentó en la estación AC-08, con un valor igual a 188,8 µg/l y el valor máximo se presentó en la estación AC-09, con un valor igual a 787,5 µg/l. Calculándose de esta manera un valor promedio igual a 459,7 µg/l. Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua el no hace referencia a este parámetro. **Figuras 4.28 y 4.29.**

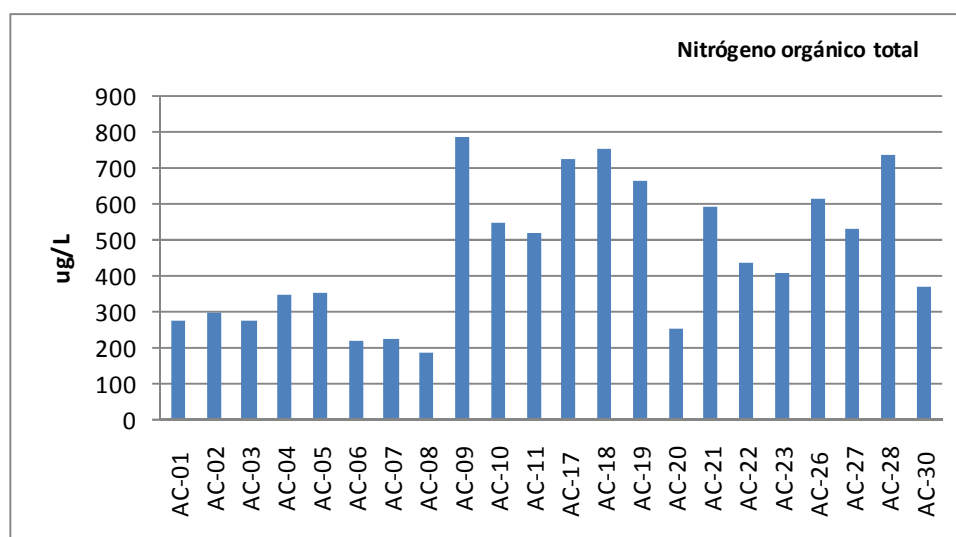


Figura 4.28. Gráfico Nitrógeno Orgánico total (ug/L)

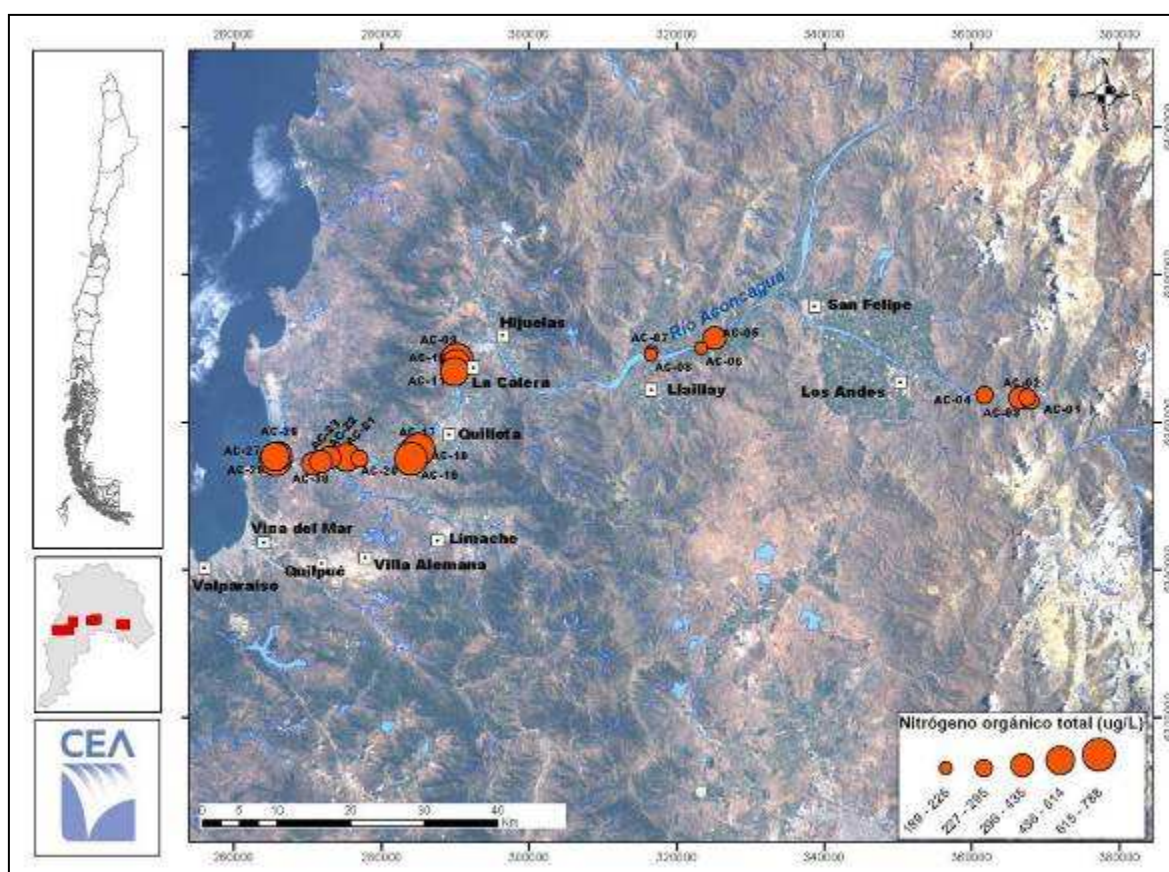


Figura 4.29. Mapa de Nitrógeno Orgánico total (ug/L).



Potencial Rédox (mV): se presentaron valores heterogéneos en la zona de estudio. La estación que presentó el mínimo -384,0 mV fue AC-30, mientras que el mayor valor se registró en la estación AC-04 con 224,0 mV, la que se encuentra aguas abajo la confluencia del río Colorado con el río Aconcagua. Tanto la NCh 1333, como la NSCA de la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria. **Figuras 4.30 y 4.31**

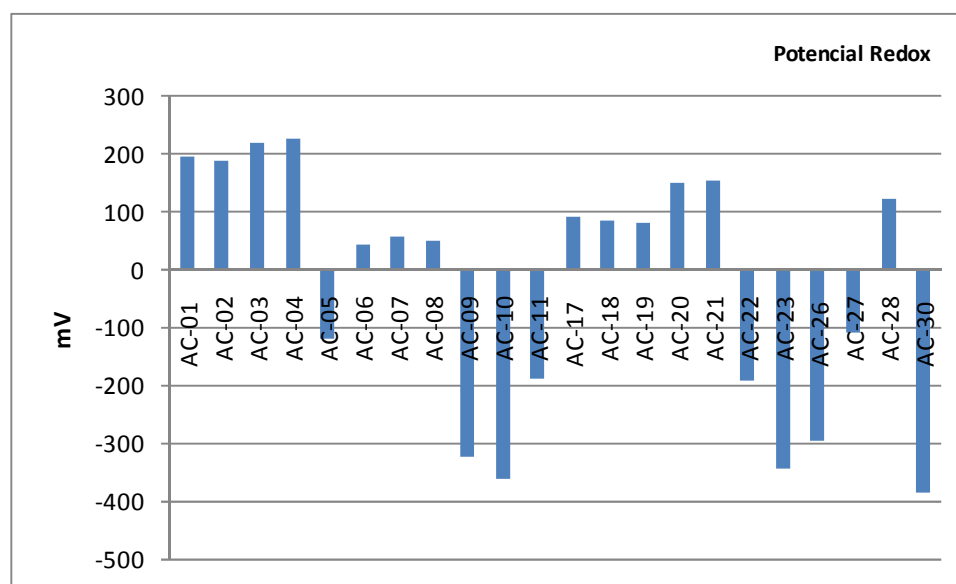


Figura 4.30. Gráfico Potencial Redox (mV).

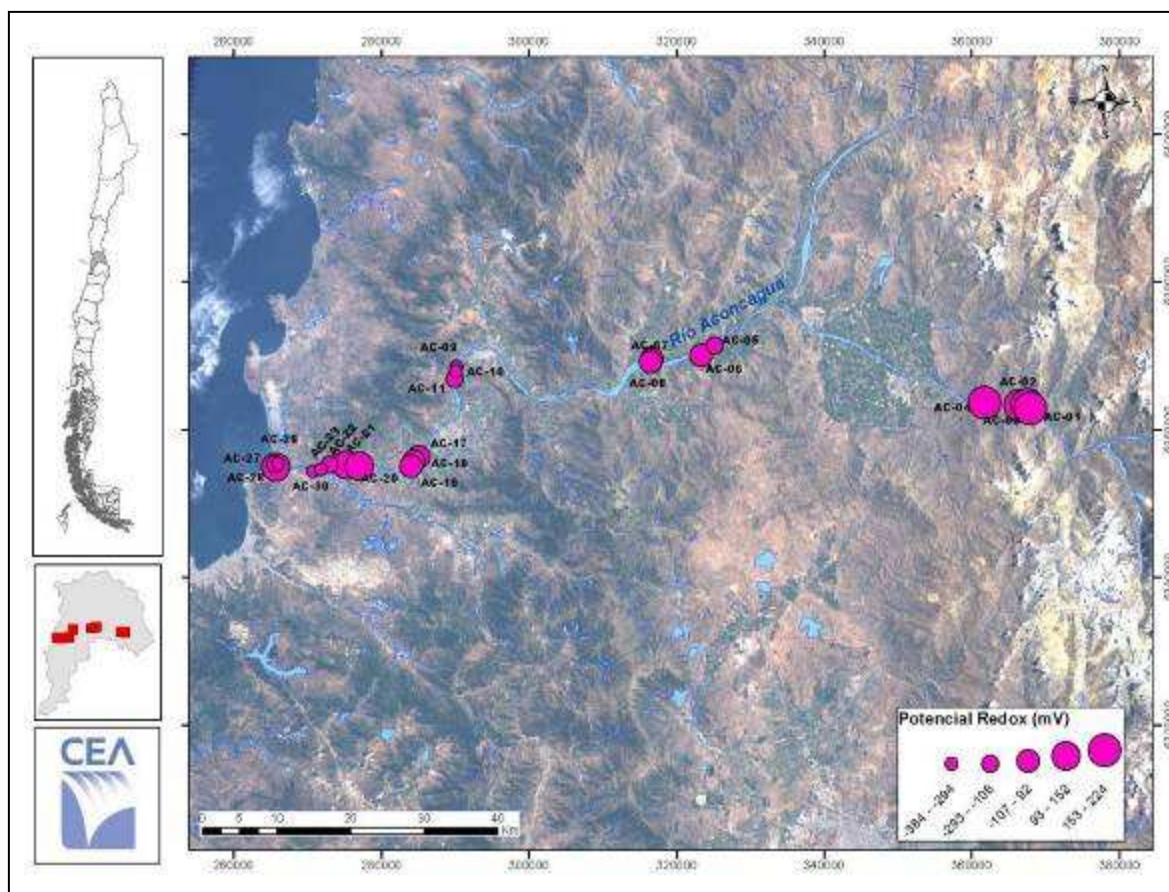


Figura 4.31. Mapa de Potencial Rédox (mV).

-Turbidez (NTU): la Turbidez presentó valores heterogéneos en la cuenca del río Aconcagua, los rangos fluctuaron desde 1,0 NTU en la estación AC-06 y 50,9 NTU en la estación AC-22 presentando un promedio de 17,3 NTU. Los valores más altos se produjeron en las estaciones AC-02, AC-03, AC-04, AC-21 y AC-22. Para este parámetro, la NCh N°1333 para uso en riego y vida acuática y la NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria. **Figuras 4.32 y 4.33.**

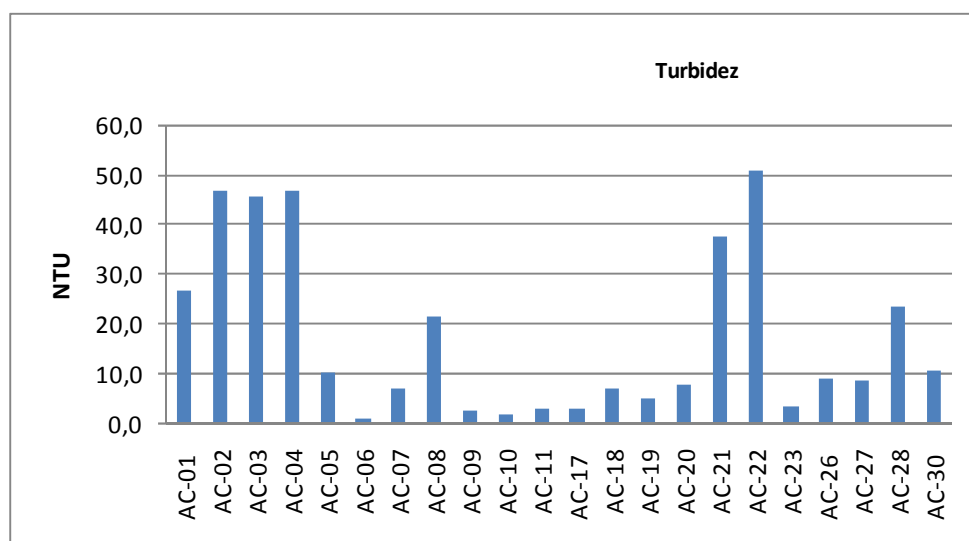


Figura 4.32. Gráfico Turbidez (NTU).

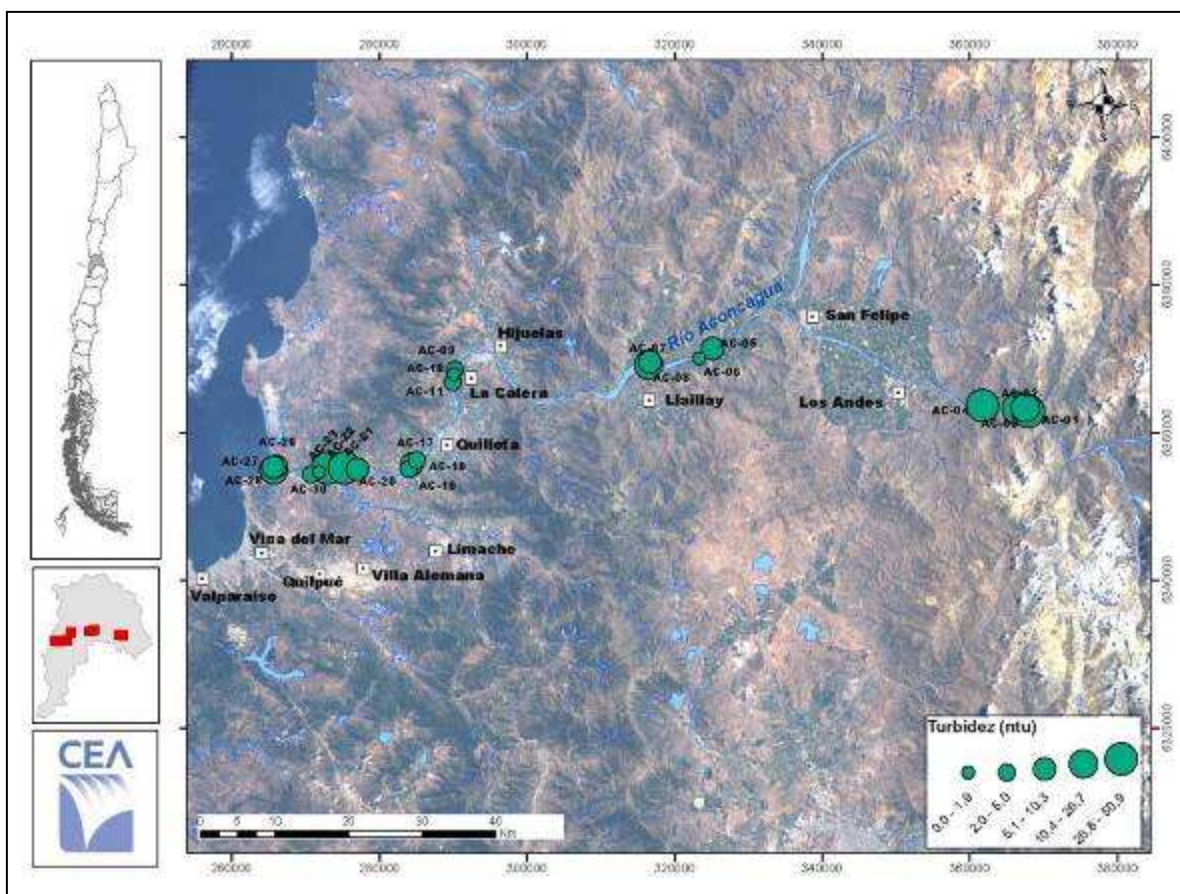


Figura 4.33. Mapa de Turbidez (NTU).



El detalle del análisis de calidad de agua se presenta en Anexo 5.

En relación a la composición de la vegetación asociada a los cursos de agua, durante la campaña realizada durante noviembre 2010, se encontró un total de 80 especies de plantas asociadas al curso de agua del río Aconcagua (**Figura 4.3.4**). Las formaciones observadas se presentaron de forma heterogénea a lo largo de las estaciones de muestreo, presentando coberturas y dominancias diferentes entre uno y otro lugar. En las estaciones se encontraron especies de origen nativo, así como también introducidas, lo cual sugiere una alta heterogeneidad y competencia entre las especies por colonizar estos lugares. Cabe señalar que en las estaciones estudiadas no se encontró la presencia de especies clasificadas en estado de conservación según Benoit (1989).

El listado de especies por estación se encuentra detallado en el Anexo 6.

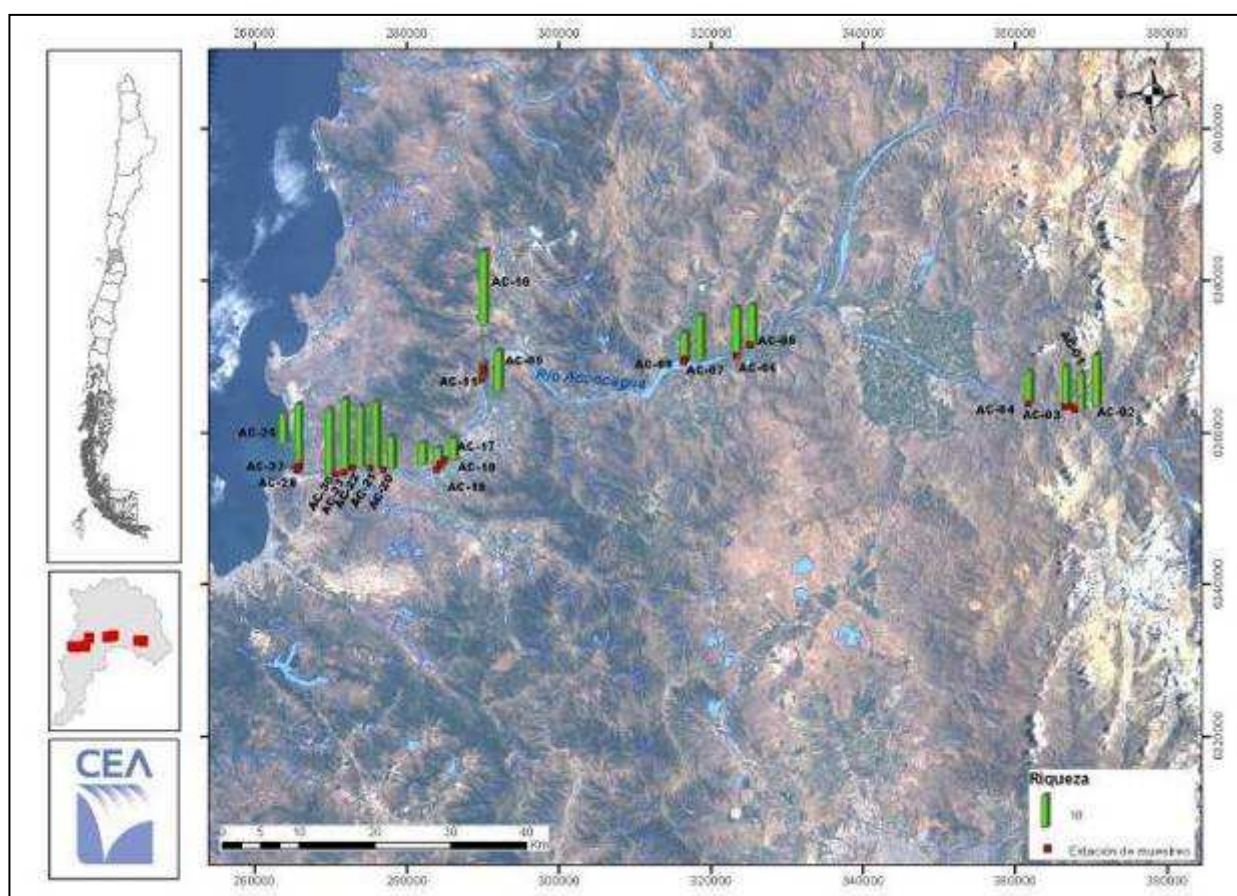


Figura 4.3.4. Riqueza de especies por estación. Río Aconcagua.



5. CONCLUSIONES

5.1. Catastro De Humedales

El país cuenta hoy con un Catastro Nacional de Humedales, base de datos espacializada generada bajo un mismo criterio a una escala única para todo el país. Lo anterior se ha logrado con el desarrollo de la primera fase del Inventario Nacional de Humedales.

En el desarrollo de esta primera etapa, se concluye el potente rol que ha cumplido la tecnología de punta –particularmente en este caso los sensores remotos y sistemas de información geográfica- en la generación de herramientas de apoyo al crecimiento y desarrollo nacional.

Utilizando imágenes Landsat y los programas ENVI 4.7, de análisis de imágenes, y Arcview 9.2) , se ha logrado en un plazo menor a un año, concluir el Catastro, incluidos lagos, lagunas, ríos, embalses y vegetación hidrófila mayor a 0.4 ha de superficie. Además, el desarrollo de este proyecto, ha permitido generar una metodología de extracción de datos-que incluye también imágenes hiperespectrales Aisa-Eagle y mediciones en terreno- que permitirá, técnicamente, a un corto y mediano plazo, comenzar a cubrir tareas de evaluación, manejo y control en el uso de los humedales en el marco de un sistema de alerta temprana, sustentado en el establecimiento de humedales indicadores del estado de la cuenca, cobertura de agua y vegetación y el monitoreo de sus variables de estado por Ecotipo.

Por otra parte, las propiedades de dicha tecnología permitieron elaborar un producto cartográfico que entrega la localización geográfica exacta del humedal y con ello es factible el vínculo con el cuerpo de información territorial que hoy existe en la diversidad de agencias públicas del Estado, así como eventuales acciones de orden territorial específicas que puedan surgir a nivel de las distintas escalas de gobierno. De este modo podrá también facilitar la elaboración de políticas nacionales y regionales en la priorización de acciones de protección y conservación y guiar la toma de decisiones en torno a compromisos ambientales en humedales y también aquellos asociados a la biodiversidad, recursos genéticos, cambio climático, entre otros.

Más allá de los análisis realizados, se nos plantea una reflexión con datos país, de los criterios de valoración y priorización que hoy son manejados en el sector. Sólo el 0.5% de los humedales del país se encuentran bajo áreas de protección y equivalen a 2.7% de las áreas protegidas.

5.2. Condición ambiental de los humedales

La condición ambiental de los humedales es evaluada a partir de la vecindad con las amenazas, el catastro de amenazas permitió establecer que existe una presión permanente y creciente sobre los cuerpos y cursos de agua.

5.3 Rol ambiental de los humedales como indicador a nivel de cuenca

Los humedales son un reflejo de lo que ocurre en su cuenca de avenamiento, cualquier cambio en el uso del suelo altera inicialmente propiedades funcionales del ecosistema



(ej. producción primaria) y posteriormente en propiedades estructurales (ej. composición de especies).

En términos generales, la producción primaria de plantas acuáticas (sistemas reófilos), fitoplancton (clorofila a en lagos) y vegetación ripariana, corresponden a los mejores indicadores de cambio en la carga de nutrientes y contaminantes presentes en el agua. Estas variables de estado constituyen los principales indicadores a utilizar para realizar una evaluación permanente de la salud de las cuencas hidrográficas.

La localización específica en una cuenca dependerá de la distribución espacial de los humedales, definida a partir del catastro y la ubicación de fuentes de contaminación y/o alteración de la dinámica natural de los cuerpos de agua.

6 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos durante la elaboración del catastro, se sugieren las siguientes actividades:

- Realizar la evaluación de la condición ambiental de lagos costeros.
- Realizar la evaluación de humedales precordilleranos asociados a cursos de agua en las regiones VI y VII.
- Evaluar el estado actual de la calidad de agua de los humedales a nivel del país.



7 BIBLIOGRAFÍA

Abramovitz, J. N. 1996. Sustaining freshwater ecosystems. En *State of the World 1996* (eds. Brown, L.R. et al.), pp. 60-77, W.W. Norton & Company, Nueva York

APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 2005.

Ariza López, F.J.; Pinilla Ruiz, C.; López Luque, R.; Borque Arancón, M^a J. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén. Control de calidad del proceso de clasificación de imágenes de satélite. Noviembre 1996. http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=834 [consultado: 11 de agosto de 2008].

Ausseil, A.; Dymond, J.; Shepherd, J. Rapid Mapping and Prioritisation of Wetland Sites in the Manawatu-Wanganui Region, New Zealand. *Environmental Management*, Volume 39, Number 3, pp. 316-325(10). March 2007.

Australian Government Department of Environment and Heritage and Land & Water Australia. Australia's Tropical Rivers —Data Audit. Canberra, 2004.

Baker, C., Lawrence, R., Montagne, C., Patten, D. Mapping wetlands and riparian areas using Landsat ETM+ Imagery and decision-tree-based models. The Society of Wetland Scientists WETLANDS, Vol. 26, No. 2, pp. 465–474. June 2006.

Bautista, L. Identificación de humedales en Puerto Rico utilizando imágenes multiespectrales. Geological and Environmental Remote Sensing Laboratory. Department of Geology. Universidad de Puerto Rico. 2005. <http://gers.uprm.edu/geol6225/research.html> [consulta: 8 de agosto de 2008].

Boggon, T & Evans, I. EYRE PENINSULA NATURAL RESOURCES MANAGEMENT BOARD. A Coordinated Approach to Wetland Management on Eyre Peninsula. South Australia, 2006.

Bustamante, J., Díaz-Delgado, R., Aragonés, D. Determinación de las características de masas de aguas someras en las marismas de Doñana mediante teledetección. Revista de Teledetección. Vol. 24: pp 107-111. 2005.

Canevari P, I Davidson, D Blanco, G Castro & Eh Bucher (eds). Los Humedales de América del Sur. Una Agenda para la Conservación de la Biodiversidad y las Políticas de Desarrollo. Wetlands International. Resumen Ejecutivo + CD-rom. 2001

CONAMA. 2005. Estrategia nacional para la conservación y uso racional de los humedales en Chile. http://www.sinia.cl/1292/articles-35208_recurso_1.pdf [consultado: 10 de mayo de 2008].

CONAMA. Metodologías Para la Caracterización de la Calidad ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 242 pp.1996.



CONAMA-CEA, 2007. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica.

CONAMA-CEA, 2006. Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica disponible <http://www.sinia.cl/1292/article-41115.html>.

Colón-Ortiz, L. Teledetección de las regiones de humedales de la zona oeste de Puerto Rico, ¿Cuán saludables se encuentran? 2004. http://gers.uprm.edu/geol6225/pdfs/l_colon.pdf [consulta: 16 de julio de 2008].

Conrick, D. Matter For Target Inland Aquatic Ecosystem Integrity – Wetlands Development of National Indicators for Wetland Ecosystem Extent, Distribution and Condition. NATIONAL LAND & WATER RESOURCES AUDIT, Canberra 2007.

Chenoweth, A. Landscapes under pressure in South East Queensland – assessing significant areas for retention and management. Brisbane, Post 2004.

Chuvieco, E. Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. p. 327. Barcelona 2002.

Elvidge, C. D., T. Miura, W. T., Jansen, D., P. Groeneveld y J. Ray . Monitoring trends in wetlands vegetation using a Landsat MSS time series. Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications, Ann Arbor Press. 1998.

Environmental Protection Agency. Wetland Mapping and Classification Methodology – Overall Framework – A Method to Provide Baseline Mapping and Classification for Wetlands in Queensland, Version 1.2, Queensland Government, Brisbane. ISBN 0 9757 344 6 6. 2005.

Gao, B.C. 1995. Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. Proceedings of SPIE 2480: 225-236

Grupo de Contacto sobre Humedales Altoandinos & UICN Sur, 2004.

Harlow, G. Eelgrass Mapping Review. Canadian wildlife service environment Canada. Vancouver, 2002.

Hewitt, M. J.. Synoptic inventory of riparian ecosystems: The utility of Landsat Thematic Mapper data. Forest Ecology and Management 33/34:605–620. 1990.

Hofstede, R. 2003. Los páramos en el mundo: su diversidad y sus habitantes. En: Hofstede, R., Mena, P., Segarra, P. (Eds.). Los páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito.

IUCN. Managing Marine Protected Areas: A Toolkit for the Western Indian Ocean. Nairobi. 2004.

Jackson, T., Chen, D., Cosh, M., Li, F., Anderson, M., Walthall, C., Paul Doriaswamy, P., Hunt, R. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. Remote Sensing of Environment, Volume 92, Issue 4, 30, Pages 475-482. September 2004.



Jensen, J. R., 1996. Introductory Digital Image Processing: A remote sensing perspective. 2nd Edition. Prentice-Hall.

Jensen, J. R., 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. 2nd Ed. Upper Saddle River. Prentice Hall, 592 pp.

Lucas, R., Carreiras, J., Proisy, C., Bunting, P. Alos Palsar applications in the tropics and subtropics: Characterisation, mapping and detecting change in forests and coastal Wetlands. 2008.

Lucas, R., et. al. Characterisation and Monitoring of Mangroves Using ALOS PALSAR Data. Post 2008.

Luu, Thi Phuong Mai. Wetland habitat studies using various classification techniques on multi-spectral landsat imagery. Case study: Tram chim National Park, Dong Thap Vietnam. Tesis para optar al grado de Magister en Tecnologías Geoespaciales (Programa CE Erasmus Mundus). Vietnam, Febrero 2009.

Mcfeters, S. K. 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. Int. J. Remote Sensing, Vol. 17, No. 7, 1425-1432.

Mitsch, W.J. & Gosselink J.G. Wetlands. 2000. John Wiley & Sons, Inc, New York, Third Edition.

NRSMPA NATIONAL REPRESENTATIVE SYSTEM OF MARINE PROTECTED AREAS. Strategic Plan of Action: Review of Methods for Ecosystem Component Mapping (Action 8 – Review Methods for Ecosystem Mapping). New South Wales, 2000.

Salinas, W., Treviño, E., Jaramillo, J., Campos, J. Identificación y Clasificación de Humedales Interiores del estado de Tamaulipas por Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Investigaciones Geográficas, número 049. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México, pp.74-91. Diciembre 2002.

SAG - BIOTA. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del altiplano. 2006.

SAG - BIOTA. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del valle central y precordillera del Bío-Bío. 2009.

Smith, L. Satellite remote sensing of river inundation area, stage, and discharge: a review. Hydrological Processes, vol. 11, 1427±1439. 1997.

Ousmane, A. 1995. Télédétection et ressources en eau. En: Actes de l'atelier internacional. Montpellier, France. 30 novembre au 1 décembre 1995.

Oyola, N. Identificación de Humedales del Norte Grande de Chile Utilizando Técnicas Geomáticas en Imágenes Satelitales Landsat. 2009.



Paruelo, J.M. Ecosystems functional characterization by means of remote sensors. *Ecosystems* 17 (3): 4-22. September 2008.

Peña, M. Correcciones de una imagen satelital ASTER para estimar parámetros vegetacionales en la cuenca del río Mirta, Aisén. *Bosque (Valdivia)*, vol.28, no.2, p.162-172. ISSN 0717-9200. 2007.

Polidorio, A. M., Garcia, A.M., Nobuhiro N., Bueno M. 2005. Segmentação de corpos d'água em imagens multiespectrais e temporais usando watershed com marcadores automaticamente definidos. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia. INPE, p. 4249-4257. Brasil, 16-21 abril 2005.

RAMSAR, Inventario de humedales. Manual 10. Junio de 2004.

Rangel-Ch., J. O. (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región Paramuna. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Instituto A. Von Humboldt, Bogotá. D.C. 2000.

UNEP-WCMC. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. Cambridge, UK. 2006.

Villeneuve, J. Delineating wetlands using geographic information system and remote sensing technologies. Thesis for the degree of Master ff Science. Texas A&M University. 2005.

WWF & WB, 1995. Evaluación del Estado de Conservación de las Regiones Terrestres de América Latina y el Caribe.

Consultas en Internet:

http://www.conama.cl/portal/1301/articles_43344_ProyectosLey.pdf

www.dipres.cl

<http://glovis.usgs.gov>

<http://www.fws.gov/>

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/index.jsp>

<http://www.inpe.br/>

www.medwet.org



8 EQUIPO DE TRABAJO

CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA (CEA)

- Manuel Contreras Leiva. PhD, MSc (Director proyecto)
- Natacha Oyola. MSc (Jefe proyecto)
- Andrea Ramírez (especialista cartografía)
- Macarena Ojeda (especialista calidad de agua)
- Danilo Garay (especialista vegetación)
- Tomás Rioseco (especialista imágenes satelitales-vegetación)
- Dani Novoa (especialista imágenes hiperespectrales)
- Técnicos de terreno (CEA)
- Laboratorio Ambiental CEA (SEASA)

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

- Alejandra Figueroa

SERVICIO AGRICOLA GANADERO (SAG)

- Mario Ahumada

DIRECCION GENERAL DE AGUAS (DGA)

- Fernando Aguirre
- Sonia Mena

COMITÉ NACIONAL DE HUMEDALES

9. AGRADECIMIENTOS

A través de estas breves palabras quisiéramos manifestar nuestro agradecimiento a numerosos profesionales pertenecientes a Instituciones del Estado, universidades, organizaciones no gubernamentales, empresas y personas naturales, que a través de sus comentarios y observaciones realizadas en reuniones técnicas en las ciudades de Concepción y Santiago, permitieron mejorar los resultados de este estudio.



10. GLOSARIO

Abiótico: En el ámbito de la biología y ecología, aquello que no forma parte o no es producto de los seres vivos.

Biótico: Medio o componente de los ecosistemas que reúne al conjunto de materia viva.

Bandas espectrales: Corresponde a la sistematización de la reflectancia de la luz generada por los objetos y capturada por los sensores remotos. Cada banda congrega un rango de longitud de onda que presenta un comportamiento electromagnético similar. Algunas de las agrupaciones más características son las asociadas al espectro electromagnético visible, el infrarrojo cercano, termal, entre otros.

CAACH: Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile

Canal: En la definición de Ecotipos corresponde a un tipo de cuerpo de agua desde la perspectiva de su morfología que incluye río, quebrada, canales estacionales o ramblas. (CEA, 2006)

Catastro Nacional de Humedales: En el marco del presente estudio corresponde al levantamiento geográfico de zonas húmedas sobre 0,4 ha de Chile continental e islas mayores, relevados a través de percepción remota satelital, en particular con material producido por el sensor Landsat TM entre los años 2000 y 2006. Primera Etapa del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental.

CDB: Convención de Biodiversidad

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Clasificación Supervisada: Técnica de clasificación de elementos usada en análisis de imágenes remotas basada en la disponibilidad de áreas de entrenamiento. Estas deben ser áreas lo más homogéneas posibles y en las que sepamos lo que había el día que se tomó la imagen. Por ello esta operación se realiza el mismo día en el que el satélite toma la imagen y luego se compra esta. Otra posibilidad es utilizar fotografía aérea o información de otro tipo. En otras palabras, consiste en clasificar (etiquetar) nuevos objetos basándose en la información de una muestra ya clasificada.

CNR: Comisión Nacional de Riego.

CONAF: Corporación Nacional Forestal.

CONAMA: Comisión Nacional del Medioambiente actual Ministerio del Medioambiente.

Cubeta: En la definición de Ecotipos corresponde al perímetro mojado de los humedales, frecuentemente la morfología de la cubeta afecta el funcionamiento de los mismos. (CEA, 2006)



DATUM: Punto de tangencia entre un elipsoide de referencia y el geoide o superficie de la tierra determinada geodésicamente, para su representación sobre un plano. Es utilizado en el desarrollo de cartografía.

DGA: Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas.

Ecotipo: Unidad de análisis que corresponde a una familia de humedales que comparten propiedades, atributos, y amenazas similares.

Ecosistemas: son sistemas conceptuales que representan parcialmente la naturaleza, constituidos por elementos bióticos y abióticos que interactúan recíprocamente en el tiempo y el espacio. La definición de los límites del ecosistema depende fundamentalmente de la pregunta planteada por el investigador o el fenómeno que se intenta explicar.

Espectro electromagnético: Es el conjunto de longitudes de onda que son emitidas por todo cuerpo sometido a temperaturas superiores a 0° Kelvin (-273°C). Las emisiones que son representadas por unidades de medida fluctúan entre los 1000 km (ondas de radio) y menos de 1 nanómetro (Rayos gamma), pasando por el espectro visible entre los 0,4 y 0,7 micrómetros.

Estado Trófico: Productividad del ambiente acuático.

Estructura: es la configuración específica de los ecosistemas, que esta dada por los componentes bióticos y abióticos y sus interacciones. Un cambio en la configuración se traduce en un cambio del ecosistema.

Eutroficación: Es un proceso natural de enriquecimiento de los humedales que afectado por un aumento de nutrientes exógenos (actividad antrópica) se ve acelerado. Estado de alto contenido de materia orgánica en un humedal. Proceso unidireccional e irreversible.

Factor forzante: es aquella variable que regula el funcionamiento o expresión dinámica del ecosistema.

Fenología: estudio de la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos.

Fotointerpretación: ligada a las ciencias de la tierra es el análisis de los elementos de un territorio a través de la interpretación principalmente de ortofotos (fotografía corregida a la vertical de cada punto) y por medio de estereoscopía (mecanismo que permite, con el uso de dos ortofotos del mismo lugar, visualizar el territorio en tres dimensiones).

HZ: Hertz, Unidad de frecuencia.

Humedal: ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente de agua, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática.

Humedal indicador del estado ambiental de una cuenca: Aquellos humedales y/o secciones de escurrimientos superficiales seleccionados por cuenca para monitoreo y



seguimiento ambiental de una cuenca, sustentados en la clasificación por Ecotipos de perspectiva ecosistémica.

Huso UTM: Componente de un sistema de división de la superficie terrestre sobre el sistema de proyección UTM. Se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174°W y centrado en el meridiano 177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este.

IGM: Instituto Geográfico Militar.

Imágenes Landsat TM: Imágenes captadas por sensor satelital de la segunda generación del Landsat, tipificado como Thematic Mapper, en actividad desde los 90'. Incorpora 7 bandas espectrales, incluyendo el espectro visible, infrarojo y termal, con resolución espacial de 30 mts en todas a excepción de las banda 6 de 120 mts. de resolución.

IMU: Unidad de medición inercial (Inertial Measurement Unit)

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil.

Landsat: serie de satélites contruidos y puestos en órbita por EE. UU. para la observación en alta resolución de la superficie terrestre.

Macrófitas: Plantas Acuáticas

Matriz de Confusión: Herramienta de visualización que se emplea en aprendizaje supervisado, esto es para deducir una función a partir de datos de entrenamiento. Permite hacer una evaluación de la exactitud temática en los trabajos de teledetección y fotointerpretación.

METI: The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan.

mV: Milivoltio. Unidad de medida del potencial eléctrico.

NCh: Norma Chilena. Sigla usada en la nomenclatura de las normas del Instituto Chileno de Normalización.

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index (Índice de diferencias de vegetación normalizadas). Los valores varían entre -1 y 1.

NDWI: Normalized Difference Water Index (Índice de diferencias de agua normalizadas). Los valores varían entre -1 y 1.

NM: Nanómetro, Unidad de longitud que corresponde a milmillonésima parte de un metro.

NMP/L: Número más probable por litro (unidad de medición de Coliformes)



NSCA: Norma Secundaria de Calidad del Agua.

OECD (inglés) = OCDE Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos

Percepción Remota: es la técnica para obtener información de un objeto o un proceso, por análisis de datos obtenidos mediante un instrumento que no está en contacto físico con los objetos. El tipo de datos susceptibles de ser obtenidos por percepción remota puede originarse en la distribución o cambios de diferentes fuerzas (gravedad, magnetismo), de ondas acústicas o de energía electromagnética.

Pitch-Row-Yaw: Inclinación, movimientos horizontal y vertical.

Plano: En la definición de Ecotipos corresponde a un tipo de cuerpo de agua desde la perspectiva de su morfología que incorpora llanura de inundación, llanura palustre o llanura de inundación intermitente.(CEA, 2006)

RENDVI: Red Edge Normalized Difference Vegetation Index (Índice de diferencias de vegetación normalizadas en la banda del rojo)

SAG: Servicio Agrícola Ganadero. Ministerio de Agricultura.

Sensor Aisa Eagle: Sistema de imagen hiperespectral aerotransportable, capaz de capturar la respuesta espectral de cientos de banda y con una resolución espacial que puede alcanzar precisiones submétricas, dependiendo de la altura de vuelo.

SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

STS: Sólidos totales suspendidos.

Ug/L: Microgramos por litro (unidad de medición de concentración de sustancias o compuestos químicos en el agua).

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

USGS United States Geological Survey

UTM: Universal Transversal de Mercator. Sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

Variables de Estado: Aquellos elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de los humedales y que pueden ser usados para describir el comportamiento global de los humedales.

WCPA: World Commission on Protected Areas (Comisión Mundial para Áreas Protegidas).

WGS84: Son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984) y corresponde al Datum más comúnmente usado en la representación cartográfica de instituciones públicas y privadas en el país.



ANEXOS

Anexo 1: Síntesis revisión documentaria internacional acerca de los humedales.

Anexo 2: Estado actual en materia de humedales en Chile.

Anexo 3: Cuadros resumen clasificación Ecotipos.

Anexo 4: Tramos Río Aconcagua.

Anexo 5: Caracterización limnológica del río Aconcagua.

Anexo 6: Caracterización de la flora y vegetación asociada a tramos del río Aconcagua.



Anexo 1

Síntesis revisión documentaria internacional acerca de los humedales



Inventario de humedales

De acuerdo al Manual 12 de Ramsar²¹ un “Inventario de Humedales” corresponde a una “Recolección y/o reunión de información básica para la gestión de los humedales, incluido el establecimiento de una base de información para actividades de evaluación y monitoreo específicas”.

En el plano internacional la revisión de literatura nos confirma la gran diversidad y cantidad de iniciativas en la generación de sistemas de gestión de humedales, así como en el uso de herramientas implementadas para el levantamiento de la información. A continuación se detallan algunas publicaciones de interés, la motivación que los ha llevado a profundizar en el conocimiento de los ecosistemas de humedales, la utilidad de ello y sus contenidos, así como algunos proyectos de inventario de humedales destacados por Ramsar.

Sistemas de planificación y gestión

UNEP-WCMC THE UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. (2006) Cambridge, UK. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs.

Este documento es resultado de la reflexión e investigación de la comunidad internacional en torno a los impactos devastadores sobre áreas costeras causados por el tsunami en el Océano Índico el 2004 y aquellos resultantes de la acción de los huracanes Katrina, Rita y Wilma el 2005. Con el objetivo de respaldar la toma de conciencia en torno a la vulnerabilidad e importancia de los servicios ecosistémicos costeros, se desarrolló el estudio y sistematización de los principales tópicos en torno a dos ecosistemas costeros altamente amenazados en la actualidad: Manglares y Arrecifes de Coral. La línea investigativa aborda:

- Acercamiento catastral de los ecosistemas en cuestión, servicios relacionados y su estado de conservación.
- Delimitación de los factores que interactúan en torno a estos ecosistemas.
- Definición, categorización y valorización económica de los beneficios aportados por estos ecosistemas y las pérdidas ocasionadas por su ausencia o deterioro.
- Estudio y establecimiento de la dinámica de reproducción y crecimiento, umbrales de resiliencia, indicadores de vulnerabilidad, mecanismos de recuperación y restauración.
- Recomendaciones para gestión adecuada de ecosistemas costeros, estimación de sus costos y beneficios. Destaca manejo integrado de zonas costeras, definición de áreas de protección marina y evaluación y monitoreo para gestión adaptativa.

EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2005), QUEENSLAND GOVERNMENT, Brisbane. 2005. Wetland Mapping and Classification Methodology – Overall Framework – A Method to Provide Baseline Mapping and Classification for Wetlands in Queensland, Version 1.2

²¹ Manual 12 de Ramsar “Inventario de Humedales”



Esta iniciativa describe la configuración de dos ámbitos claves en la gestión de humedales. En su eje principal entrega antecedentes metodológicos para capturar los elementos esenciales a usar en evaluación y monitoreo de humedales, incluyendo categorización y cartografía y en otro plano, deja de manifiesto la organización y jerarquía institucional subyacente dentro del sistema de gestión, coordinación con entes claves, distribución de funciones y responsabilidades, además de líneas participativas en los acuerdos para la definición de parámetros a considerar.

Bajo los principios que configuraron la Estrategia para la Gestión y Conservación de los Humedales de Queensland, primera política oficial en el tema, se elabora este documento guía como parte de una serie de iniciativas para el apoyo a la implementación de dicha Estrategia.

La prioridad inicial fue establecida en la localización de los sistemas de humedales y en el diagnóstico de su nivel de degradación o pérdida como resultado del franco deterioro de la calidad de las aguas y biodiversidad. Para ello el requerimiento indispensable fue establecer la distribución de humedales, su clasificación y representación cartográfica a escalas adecuadas que permitieran emprender acciones de manejo, incorporando el conocimiento a esa fecha reunidos desde otras iniciativas similares.

El desarrollo del proyecto considera:

- Justificación del estudio: importancia de contar con un mapeo y clasificación
- Definición consensuada de los requerimientos para mapeo y clasificación de Humedales en Queensland, considerando el trabajo a escala nacional.
- Descripción metodológica general de los pasos a seguir para el desarrollo del mapeo y clasificación de humedales, especificando los vínculos a instructivos de detalle²².
- Establecimiento de las limitaciones en la obtención de los datos y normalización de escalas de información.
- Por medio de apéndices entrega una serie de reglas-sugerencias para facilitar la correcta aplicación del método planteado, abreviaturas y conceptos asociados.

FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – N.U, Rome. 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable.

Esta iniciativa en acuerdo con el Manual 10 de Ramsar, se configura como un “Marco general eficaz para las actividades nacionales e internacionales encaminadas a velar por una explotación sostenible de los recursos vivos acuáticos gracias al

²² Attachment 1: Wetlands Regional Ecosystems
Attachment 2: Hydrophyts as provided by the Queensland Herbarium.
Attachment 3: (sin título especificado)
Attachment 4: Density Slicing (DS)
Attachment 5: Normalised Difference Water Index (NDWI)
Attachment 6: Accuracy Assessment Methodology and Results
Attachment 7 (7a a 7j): amendment of the coastline
Attachment 8: Local Hydrology and/or other Disturbance Examples
Technical Specifications and Data Recording Standards
Otros

Nota: Estos instructivos de detalle eventualmente pueden ser descargados de la web, en su ausencia pueden ser solicitados directamente al Gobierno de Queensland.



establecimiento de principios y de normas aplicables a la conservación, la ordenación y la explotación de todas las actividades de pesca (pesca tierra adentro, marina y acuicultura) al mismo tiempo que se respetan debidamente los ecosistemas y la diversidad biológica.” (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2007)²³. Todo ello bajo principios de sostenibilidad y consideraciones en el ámbito social y económico.

Esta iniciativa aborda:

- Presentación de los fundamentos que justifican la existencia de un código de conducta para el manejo responsable de los recursos de pesca en mar y cuerpos de agua interiores y el porqué del carácter voluntario de su implementación. Resalta instrumentos normativos de origen internacional y flexibilidad del código, como componentes relevantes integrados en las líneas de acción recomendadas.
- Definición de actores y elementos claves en el ámbito de los recursos y medio ambiente para la implementación del código.
- Establecimiento de una serie de artículos temáticos, donde se entrega por elemento focal un árbol de tópicos: antecedentes generales, objetivos de manejo, procedimientos y marco de gestión, guía para la toma de datos y su manejo, alcances preventivos, indicadores de gestión. Algunos artículos centrales son el de Manejo de pesca, Desarrollo de la acuicultura, Requerimientos desde la institucionalidad de los países con jurisdicción marítima, entre otros.

IUCN INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES, Nairobi. 2004. Managing Marine Protected Areas: A Toolkit for the Western Indian Ocean.

En este caso la iniciativa genera un instrumento de gestión para el manejo de áreas de protección marina en el Océano Índico Occidental elaborado con la colaboración de un conjunto de organizaciones de la Región vinculadas al proyecto de Conservación de la Biodiversidad Marina IUCN. Su motivación central es cubrir la necesidad de contar con un instrumento de lenguaje común que permita la sistematización, normalización y eventual vinculación de las innumerables iniciativas y acciones en torno al manejo de áreas marinas protegidas emprendidas en la zona y toda información territorial y temática de utilidad al cumplimiento de sus objetivos. La recomendación de links para profundización de algunos temas es una herramienta usada con frecuencia en el documento y la actualización de información posteada permanentemente en su página web.

La estructura de esta herramienta considera:

Sección Introductoria: mapas de localización de las áreas de protección y fichas con información técnica y administrativa de cada una de ellas, detalle de las organizaciones e individuos que colaboran de alguna manera en su gestión, definición del concepto Áreas de Protección Marina bajo el cual se desarrolla el documento, categorías IUCN para áreas de protección marina de acuerdo a metas y objetivos de gestión.

²³ Secretaría de la Convención de Ramsar, 2007. *Manejo de las zonas costeras: Cuestiones concernientes a los humedales y manejo integrado de las zonas costeras*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 3ª edición, vol. 10. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza)



Sección de Gestión de Procesos: esta parte considera tópicos de gestión incluyendo los requerimientos humanos, financieros, organizacionales y técnicos para cumplir con los objetivos. Desarrolla el cuadro institucional y legislativo, procesos de participación ciudadana, planificación y reportes, recursos humanos, financiamiento, equipamiento e infraestructura y requerimientos de monitoreo, evaluación e investigación.

Sección de Conservación y Uso Sustentable: “estado del arte” de la gestión del área de estudio, organizados bajo los temas de hábitats y especies; pesca; turismo, recreación y educación y desarrollo costero y transporte marítimo. En algunos casos el desarrollo es más profundo que en otros, dependiendo del estado de avance de las intervenciones locales.

Diane Conrick, NATIONAL LAND & WATER RESOURCES AUDIT, Canberra 2007. Matter For Target Inland Aquatic Ecosystem Integrity – Wetlands Development of National Indicators for Wetland Ecosystem Extent, Distribution and Condition.

Como parte de una iniciativa del Gobierno de Australia, la unidad encargada del seguimiento de los recursos naturales y territorios, desarrolla una serie de indicadores, protocolos y metodologías para el seguimiento y registro de los procesos de gestión de los recursos naturales en el territorio de Australia. Estos procesos consideran las acciones emprendidas por el inventario de humedales, reportes de la implementación de los acuerdos Ramsar, evaluaciones y monitoreos regionales y a nivel nacional.

Los resultados del proyecto además de entregar una extensa revisión de literatura a nivel nacional e internacional acerca de programas, generación de indicadores de gestión de recursos naturales e institucionalidad asociada al monitoreo de humedales, establece un instructivo para la implementación de un set de indicadores de gestión y metodología recomendadas.

Instrumentos de teledetección para la fase de catastro

EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2005), QUEENSLAND GOVERNMENT, Brisbane. 2005 Wetland Mapping and Classification Methodology – Overall Framework – A Method to Provide Baseline Mapping and Classification for Wetlands in Queensland. Version 1.2, ATTACHMENT 5

Basado en la necesidad de definir las pérdidas de humedales en Queensland se elabora un proyecto para desarrollar un método de restitución cartográfica de cuerpos de agua a través de técnicas de procesamiento de imágenes satelitales del tipo Landsat TM, de resolución constante de 25 m² y escala de representación a nivel regional no superior a 1:100.000. El trabajo se centra en la elaboración de un indicador de diferencia de agua normalizado (NDWI Normalised difference water index), derivado de los principios que sustentan el NDVI (Normalised difference vegetation index)

Los resultados del estudio abordan:

- Requerimientos técnicos de las imágenes
- Pasos para el procesamiento
- Problemas en el procesamiento



- Limitaciones de las fuentes de datos.
- Alternativas para complementar imágenes deficientes para el desarrollo del indicador

Lucas et al. 2008. Alos Palsar applications in the tropics and subtropics: Characterisation, mapping and detecting change in forests and coastal Wetlands.

Estudio realizado por la Agencia de Exploración Espacial Japonesa (JAXA) y el Programa de "Kyoto and Carbon" (K&C) que evalúa una metodología para monitorear de manera oportuna, regular, sistemática y confiable cambios en ecosistemas de bosques, incluyendo áreas de humedales, a escala regional. La herramienta central esta representada por Imágenes PALSAR (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar) tomadas por el satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), tecnología que desde su creación en el 2006 estuvo principalmente orientada hacia el monitoreo de desastres y protección ambiental, contando con información multidimensional acerca de la estructura de la vegetación en correlación con las condiciones de tiempo e iluminación y una resolución espacial de 90 m.

Se especifican procesamientos y datos, definición del sistema de clasificación de bosques y manglares en Australia y caracterización de algunos indicadores usados para evaluar cambios.

Thi Phuong Mai Luu. 2009. Wetland habitat studies using various classification techniques on multi-spectral landsat imagery. Case study: Tram chim National Park, Dong Thap Vietnam. Tesis para optar al grado de Magister en Tecnologías Geoespaciales (Programa CE Erasmus Mundus).

Desarrolla un análisis comparativo de tres métodos para el desarrollo de un sistema de clasificación de humedales utilizando tecnologías geoespaciales (ERDAS IMAGE, ENVI, ArcGis). Revisa tipos de clasificación desarrolladas por imágenes satelitales y la evolución de los procesos de clasificación, configurando luego un análisis de los tres métodos: método no supervisado de agrupación de algoritmos ISODATA, complementación entre una clasificación supervisada y otra no supervisada y finalmente incorpora al análisis la realización de un set de reglas para la distinción entre zonas de bosque y agua.

Los objetivos específicos que se persiguen con el estudio de estos métodos es el identificar y mapear tipos de humedales, facilitar la clasificación por medio del procesamiento de imágenes, evaluar la precisión de distintas alternativas de procesamiento de imágenes y generar conocimiento para construir una clasificación de tipo de humedales más precisa y acorde a los requerimientos de gestión.

En la revisión de las tres técnicas de clasificación se responde a preguntas como: la pertinencia del uso de imágenes Landsat en la identificación y mapeo de humedales en áreas pequeñas; el nivel de resolución espectral moderada logra una adecuada separación de clases de humedales; y cómo recuperar antecedentes espaciales y espectrales para ser utilizados en una clasificación de humedales por expertos.

Lucas et al. 2008. Characterisation and Monitoring of Mangroves Using ALOS PALSAR Data.



Este trabajo define los beneficios de un método alternativo para cubrir la necesidad de registrar humedales con mayor detalle a una escala regional y que surge del programa K&C de la agencia espacial de Japón, la cual aplica la conjunción de dos herramientas de percepción remota -ALOS PALSAR y Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - logrando estimar algunos parámetros físicos de los diferentes ecosistemas, su clasificación estructural y registro de cambios.

Da cuenta de los alcances del estudio, métodos, resultados, discusión y conclusiones, recomendaciones y requerimientos de investigación futura.

Harlow G. 2002. Eelgrass Mapping Review. Canadian Wildlife Service Environment Canada. Vancouver.

Se elabora un documento guía acerca de las alternativas existentes para monitorear y mapear un tipo de pasto submareal. Se analiza en su desarrollo el ítem sensores remotos disponibles para la toma de datos necesarios para su evaluación y monitoreo y además la escala espacial para su representación. Es de interés el desarrollo de algunos cuadros con antecedentes comparativos de sensores y escalas de representación y detalle de la información posible de vincular a cada uno de aquellos.

Se revisan algunos casos de estudios y métodos utilizados.

Experiencias destacadas por RAMSAR en el desarrollo de Inventario de Humedales²⁴

Inventario de la Iniciativa para los Humedales Mediterráneos (Mediterranean Wetlands Initiative (MedWet) inventory)

Se trata de un conjunto de métodos e instrumentos normalizados pero flexibles, incluida una base de datos para la gestión de los datos, aplicado al inventario de la región mediterránea. Si bien no se concibió como un inventario total de los humedales del Mediterráneo, suministra un enfoque común cuya aplicación se ha adoptado y adaptado a distintos países mediterráneos y de otras regiones.

Propósito y objetivos: Determinar dónde hay humedales en los países del Mediterráneo y saber cuáles son los sitios prioritarios para la conservación; identificar los valores y funciones de cada humedal y suministrar una base de referencia para medir los cambios futuros; y proporcionar un instrumento para la planificación y la gestión que permita establecer comparaciones entre los sitios

Examen de la información: Un proceso de consulta con un grupo asesor de expertos del Mediterráneo y otras regiones. Este grupo examinó las experiencias y enseñanzas de otros inventarios y distintos lineamientos de Ramsar sobre la gestión de los humedales.

Examen de los métodos: Examinó los métodos sobre bases de datos utilizados en otros lugares de Europa, los Estados Unidos y Asia. Una consideración esencial fue la compatibilidad con las bases de datos que se estaban utilizando en Europa, por

²⁴ Antecedentes extraídos del Manual 12 de Ramsar: "Inventario de Humedales"



ejemplo el programa de Biotopos CORINE (Coordination of Information on the Environment). Se diseñó el método de modo que incluyera un formato de datos simple y otro complejo.

Escala y resolución: Se han adoptado escalas múltiples para cuencas fluviales, sitios y hábitat de humedales.

Conjunto de datos básicos: Se han establecido hojas normalizadas de datos para cuencas fluviales, sitios de humedales (identificación, ubicación, descripción, valores, estado), hábitat, flora, fauna, actividades y repercusiones, datos meteorológicos y referencias.

Clasificación de hábitat: La clasificación de Ramsar puede utilizarse en una escala amplia. La información específica sobre sitios se ha obtenido adaptando la clasificación del Inventario Nacional de Humedales de los Estados Unidos.

Método de Cinco pasos: i) selección de sitios; ii) identificación de sitios con medios cartográficos o con teledetección y evaluación sobre el terreno; iii) clasificación de hábitat; iv) reunión y gestión de datos mediante hojas de datos normalizadas y base de datos; y v) realización de mapas aplicando convenciones estándar.

Gestión de datos: En la actualidad es manejada con base de datos en lenguaje Visual Basic y con interfase a cartografía en SIG.

Calendario y recursos: Establecen una relación costo/complejidad del inventario. Puede confeccionarse un inventario simple con pocos recursos, pero un inventario detallado exige recursos humanos y financieros superiores. Es fundamental contar con una evaluación de recursos temprana.

Presentación de informes: Se realiza a través de hojas de datos normalizadas para almacenar la información y una base de datos para facilitar la realización de los informes. Pueden determinarse e incluirse los formatos específicos de los informes.

Examen y evaluación: Se conforma un grupo de trabajo sobre inventario que evalúa los progresos realizados en la obtención y utilización de información de inventarios aplicando este enfoque, y que, en caso necesario, actualiza la información y los métodos.

Inventario Nacional de Humedales de los Estados Unidos (United States national wetland inventory)

Este programa ha desarrollado una clasificación y una metodología para producir un inventario de base cartográfica.

Propósito y objetivos: Realizar un inventario de humedales como recursos naturales que se utiliza en la planificación, reglamentación, gestión y conservación de los humedales.

Examen de la información: Se revisó la cantidad de estudios e inventarios de humedales existentes para determinar el estado de la protección de los humedales y la disponibilidad de mapas de humedales.



Examen de los métodos: Se revisaron los inventarios existentes de humedales y se realizaron consultas con organismos de los estados y federales para determinar qué técnicas de inventario se estaban usando.

Escala y resolución de Mapas: producidos a escala 1:80.000 o 1:40.000.

Conjunto de datos básicos: Se realiza una reunión de datos normalizados de conformidad con la información requerida para la clasificación de hábitat y la confección de mapas normalizados para cada estado.

Clasificación de hábitat: Clasificación jerárquica preparada como parte integrante del inventario para describir unidades ecológicas y conseguir uniformidad en los conceptos y la terminología.

Método: Sobre la base de la interpretación de fotografías aéreas en infrarrojo, inicialmente a escala 1:24.000 y más recientemente a escala 1:40.000 hasta 1:80.000. La unidad de cartografía varía según la región y la facilidad de identificar los humedales. El método comprende comprobaciones sobre el terreno y análisis estereoscópico de las fotografías. Se están probando otras técnicas de teledetección.

Gestión de datos: Los mapas y los datos digitales están disponibles en línea en www.nwi.fws.gov. Los datos se analizan mediante un SIG utilizando ARC-INFO.

Calendario y recursos: Programa en curso desde 1974. Los mapas se actualizan cuando es preciso hacerlo y cuando se disponen de fondos.

Viabilidad y eficacia en función de los costos: El programa, de gran magnitud, contó con una financiación amplia, y actualmente está cartografiada una gran parte del país. Se incorporó un diseño estadístico para suministrar cifras válidas para zonas seleccionadas.

Presentación de informes: Se elaboran periódicamente las tendencias nacionales de los humedales, sobre la base de muestras estadísticas. Se han fijado objetivos cartográficos mediante leyes que se han revisado periódicamente.

Examen y evaluación: El inventario se ha sometido a exámenes periódicos y sus resultados se han evaluado y se han establecido nuevas metas y prioridades.

Estudio piloto: Hubo una etapa amplia de preparación de métodos antes de considerar operativo el inventario. Se puso a prueba extensamente sobre el terreno el sistema de clasificación en que se basa el inventario.

Programa Nacional de Humedales de Uganda

El inventario es un componente del Programa Nacional de Humedales en curso de ejecución. Se lleva a cabo principalmente a nivel local con formatos normalizados e incluye un componente de capacitación.

Propósito y objetivos: Medir, describir, cuantificar y cartografiar todos los humedales y suministrar a las personas encargadas de adoptar decisiones y a los planificadores, especialmente en los distritos, información para planificar la gestión y apoyar la aplicación de políticas, la valoración económica y la planificación general de la gestión de los recursos naturales.



Examen de la información: Se llevó a cabo un examen de la bibliografía antes de iniciar el inventario.

Examen de los métodos: Se llevó a cabo un examen antes del inicio del proceso de inventario.

Escala y resolución: Utiliza imágenes SPOT a 1:50.000 para abarcar todo el país.

Conjunto de datos básicos: Datos biofísicos que abarcan el nombre del sitio, su superficie, ubicación, descripción general, estacionalidad, biota (tipos de vegetación y animales presentes) y datos de gestión referentes al uso de las tierras, la tenencia de las tierras, el estado de la conservación, valores, amenazas.

Clasificación de hábitat: Derivada de la geomorfología, régimen hídrico y vegetación.

Método: Análisis de mapas basado en un SIG con datos de teledetección y mapas topográficos a escala semejante (1:50.000), además de estudios sobre el terreno. Utiliza hojas normalizadas de datos. Todos los humedales están codificados. Los métodos se documentan en una guía del inventario de humedales. La actividad se lleva a cabo en los distritos con personal local designado para realizar la labor sobre el terreno y recopilar los informes.

Gestión de los datos: La base de datos computadorizada usando Microsoft Access se basó en hojas normalizadas de datos obtenidos sobre el terreno. Esta base de datos se enlaza con la base de datos cartográfica shapes en ArcView utilizando códigos de humedales. El vínculo entre las dos bases de datos forma el Sistema Nacional de Información sobre Humedales (NWIS) que está ya elaborado y en el que se están introduciendo los datos.

Calendario y recursos: Proceso en marcha con actualizaciones periódicas. El inventario es una de las actividades principales del Programa Nacional de Humedales financiado por donantes y ejecutado con otros asociados.

Viabilidad y eficacia en función de los costos: La viabilidad se evaluó mediante estudios piloto. La eficacia en función de los costos está relacionada con la complejidad de los sistemas de humedales, la amplitud de las superficies evaluadas, la disponibilidad de imágenes de teledetección y la capacidad.

Presentación de informes: Hojas normalizadas de datos utilizadas para almacenar información en una base de datos a fin de facilitar la confección de informes. Los distintos informes preparados en el plano de los distritos. Estos informes se unificarán en un Inventario Nacional de Humedales.

Examen y evaluación: Realizados dentro del proyecto en consulta con expertos externos.

Estudio piloto: Realizado en algunos humedales y luego en distritos.

Inventario de los Humedales de Asia (Asian Wetland Inventory)



Este enfoque se ha preparado atendiendo a las recomendaciones del informe Examen global de los recursos de los humedales y prioridades de los inventarios de humedales, presentadas en la Resolución VII.20. El método es una jerarquía que puede aplicarse en cuatro escalas espaciales, y se basa en gran medida en un proyecto de protocolo preparado en Australia y puesto a prueba en una estudio piloto en Japón. El estudio piloto ha hecho posible confeccionar un manual.

Propósito y objetivos: Suministrar una base de datos jerárquica sobre los humedales costeros e interiores de Asia.

Examen de la información Llevado a cabo en el examen mundial amplio del inventario de humedales realizado en nombre de la Convención de Ramsar (véase la Resolución VII.20).

Examen de métodos: Llevado a cabo en el examen mundial amplio del inventario de humedales realizado en nombre de la Convención de Ramsar y refinado mediante la elaboración de un manual.

Escala y resolución: Un enfoque jerárquico multiescalas con cuatro niveles de análisis: el nivel 1 a escala de 1:10.000.000 a 1:5.000.000; el nivel 2 a escala de 1:1.000.000 a 1:250.000; el nivel 3 a escala de 1:250.000 a 1:100.000; y el nivel 4 a escala de 1:50.000 a 1:25.000.

Conjunto de datos básicos Datos mínimos jerárquicos multiescalas en cada nivel de análisis:

Nivel 1: geología general, cubierta terrestre y clima de las cuencas fluviales;

Nivel 2: geología, geomorfología y clima de las regiones de humedales;

Nivel 3: características hidrológicas, climáticas, geomorfológicas, fisicoquímicas y biológicas para complejos de humedales; y

Nivel 4: inclusión de información sobre cuestiones de gestión, además de las descripciones de sitios del nivel 3.

Clasificación de hábitat: Derivada de datos mínimos sobre geomorfología y regímenes hídricos, complementada a veces con información sobre vegetación, extensión y calidad del agua.

Método: Análisis cartográfico basado en un SIG utilizando imágenes de teledetección y mapas complementados con estudios sobre el terreno que son más intensos en los niveles 3 y 4. Se dispone en cada nivel de análisis de hojas prescritas de datos y de campos con códigos acordados.

Gestión de los datos: El sistema de gestión de datos se construye sobre un motor para base de datos computadorizada con capacidades de red, interfaz usuario/datos y SIG. Éste es el componente primario de gestión, almacenaje y recuperación de datos del sistema. El sistema se basa en la plataforma Windows utilizando programas de MS Visual Basic y Access 97. El sitio en Internet (www.wetlands.org/awi) actúa como principal nodo de comunicación para la reunión de datos, los anuncios y los debates.

Calendario y recursos: Proceso en marcha con actualizaciones periódicas de información obtenida a partir de análisis nacionales o locales. El programa se ha



descentralizado mediante la estructura regionalizada de Wetlands International y sus asociados.

Viabilidad y eficacia en función de los costos: La viabilidad se evaluó mediante reuniones de proyecto y presentación de peticiones de financiación que precisaban resultados seleccionados. La eficacia en función de los costos estaba relacionada con la extensión de las superficies evaluadas y la cantidad de información de inventario preexistente, mapas e imágenes de teledetección. El procedimiento se basó en el examen por la Convención de Ramsar de inventarios de humedales, en el cual se comprobó que muchos inventarios no cumplían sus propósitos por una ambición excesiva, y por no aplicar una gestión de los datos y unos procedimientos de presentación de informes ajustados, o por ambas cosas, cuestiones todas ellas que se han tratado de modo cabal.

Presentación de informes: Se proporcionaron hojas de datos normalizadas para almacenar la información en una base de datos y facilitar la confección de informes. Los informes individuales se presentan por conducto de los proyectos descentralizados y si procede mediante copias apropiadas que Wetlands International incluye en su página en Internet.

Examen y evaluación: Facilitados en el seminario de Wetlands Internacional sobre el tema "Los humedales en un mundo cambiante", celebrado en Wageningen (Países Bajos), el 30 de noviembre de 2001.

Inventario de los humedales del Ecuador

Es un inventario nacional de humedales que está a punto de finalizar, preparado por el Ministerio de Medio Ambiente, la Oficina de Ramsar y la Fundación Eco Ciencia, y cuyo objeto es prestar apoyo a la aplicación por el Ecuador de la Convención Ramsar y a la utilización racional de los humedales.

Propósito y objetivos: Suministrar información para ayudar a gestionar la biodiversidad de importancia mundial en los humedales del Ecuador y prestar apoyo a la conservación de los humedales del país mediante la identificación, caracterización y priorización de los humedales para su gestión y conservación.

Examen de la información: Se evaluaron documentos publicados, material de Internet, universidades y organizaciones de investigación.

Examen de métodos: Se examinaron métodos de inventario aplicados en Canadá, Venezuela, Brasil y partes de Argentina. Se consideró que cada método tenía limitaciones en cuanto a su aplicación en el Ecuador (demanda excesiva de recursos y capacidades, escasez de antecedentes disponible en el Ecuador, falta de un enfoque a escala de ecosistemas, entre otros).

Escala y resolución: Se reunió información a escala 1:50.000. Algunos humedales eran demasiado grandes para caber en mapas a esta escala, por lo que los sitios grandes se presentan a escalas diferentes, aunque la información relativa a ellos se mantiene en la base de datos a escala 1:50.000.



Conjunto de datos básicos: Los datos se reunieron utilizando una matriz de base cuadrática que incluía cinco criterios generales seleccionados, cada uno de ellos validado mediante una serie de variables analizadas. Se reunió información sobre rasgos sociales, económicos, zoológicos, botánicos, limnológicos y ecológicos (incluidos rasgos acuáticos y terrestres).

Clasificación de hábitat: La clasificación de los hábitats siguió los dos sistemas existentes que se están utilizando en el Ecuador.

Método: El método comprende los siguientes pasos: información reunida usando sensores remotos; validación y delineación de zonas utilizando una matriz numérica; información sobre aspectos socioeconómicos y ecológicos de los humedales derivada de entrevistas; examen de la información publicada; recolección de información primaria sobre aspectos ecológicos y sociales de los humedales. Se introdujeron los datos en un SIG que contenía capas fisiográficas para permitir la preparación de una estrategia recomendando usos de las tierras y las propuestas de gestión de los humedales dentro de sus cuencas.

Gestión de datos: La información cartográfica corre a cargo del departamento de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los investigadores mantienen individualmente otra información en formatos digitales. Se mantiene también una base de datos de fotografías de humedales.

Calendario y recursos: El proyecto empezó en 1996 con estudios piloto en dos provincias. Estaba previsto completar el estudio de todo el país en julio de 2002 pero la fecha se ha prorrogado ahora hasta principios de 2003 por motivos financieros. El costo total del proyecto es de 1 millón de dólares de los EE.UU. durante los siete años del proyecto, con financiación de la Oficina de Ramsar, el Banco Mundial, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, la Fundación MacArthur y el Gobierno del Ecuador.

Viabilidad y eficacia en función de los costos: La viabilidad y la eficacia, en función de los costos, se evaluó en la etapa de preparación del proyecto aplicando los procedimientos de evaluación incremental de los costos del Banco Mundial.

Presentación de informes: Se elaboran informes para su publicación y los datos se mantienen electrónicamente en la base de datos de SIG.

Examen y evaluación: Cada seis meses se realiza una evaluación por el Banco Mundial del proceso y de los progresos en el logro de las metas. El informe final pasa un examen de prepublicación por la Secretaría de Ramsar.

En Chile la tarea de consolidar el Inventario Nacional de Humedales está comenzando. Concluyendo esta fase de catastro nacional, le resta un camino largo en el poblamiento de su base de datos e indicadores de evaluación, el que apoyado por el producto resultante podrá priorizar los trabajos por Región administrativa, cuencas y humedales de mayor urgencia.

1.3.4 Aproximación a los componentes de un Inventario de Humedales

Centrándonos en el concepto Gestión de Humedales, podemos establecer que el desarrollo e implementación de un proyecto de Inventario Nacional de Humedales se



torna complejo y de carácter dinámico, donde esencialmente se pueden reconocer siete componentes que se retroalimentan entre sí, a saber:

1. Elaboración de un Catastro de humedales y su representación espacial
 - Criterios de teledetección
 - Criterios de producción de cartografía base para humedales por escala de detalle.
 - Criterios de producción de cartografía temática de humedales por escala de detalle
2. Criterios de clasificación y definición de humedales de acuerdo a escala de detalle y objetivo de uso.
3. Definición de variables a levantar, controlar y/o representar espacialmente de acuerdo a sus objetivos de uso.
 - Variables a escala nacional
 - Variables a escala regional
 - Variables a escala local
4. Sistema de monitoreo y evaluación
5. Plataforma tecnológica y protocolos de almacenamiento, actualización y difusión de datos
6. Equipo humano capacitado para el manejo y actualización del inventario.
7. Normativa sobre el recurso humedal y sistema de fiscalización²⁵.

Los inventarios de humedales permiten una aplicación en la gestión ambiental y con ella, el país podría tomar decisiones asociadas a la protección, preservación o conservación del recurso y particularmente al desarrollo de actividades productivas de manera informada y responsable, definiendo oportunidades de negocios a nivel regional y estableciendo prioridades de acuerdo a estas oportunidades, por ejemplo relativas a turismo, infraestructura, desarrollo inmobiliario y otros. Es posible implementar iniciativas rentables en estos ámbitos incorporando el patrimonio natural o, en otros casos, buscando alternativas viables cuando las prioridades sean la protección de estos ambientes. Para ello es necesario contar con información a tiempo real, sistematizada, de dominio público, cuya actualización este a cargo de un organismo o institución que permita establecer un sistema de seguimiento ambiental para dar cuenta de su evolución.

²⁵ Si bien este componente es externo al inventario, es de vital importancia para él en términos de validación y factibilidad para el cumplimiento de sus objetivos.



Anexo 2

Estado actual en materia de humedales en Chile



Estado actual en materia humedales en Chile

A nivel nacional, desde 1981 Chile ratifica y transforma en Ley su adhesión a la Convención Ramsar, cuerpo internacional más sólido sobre conservación de humedales. El año 2005 las iniciativas en torno a la implementación de la Convención Ramsar se validaron y consolidaron institucionalmente a través de la conformación del Comité Nacional de Humedales²⁶ y la aprobación de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de Humedales, herramientas públicas que dan las directrices para emprender una acción coordinada a nivel nacional en la conservación de este recurso.

Congregando funciones de la administración pública en torno al recurso humedal, se reconocen variadas agencias involucradas en distintos aspectos en torno a ellos -en algunos casos de manera directa, en otros indirecta- y para las cuales se hace cada vez más urgente contar con información detallada y actualizada de ellos, en pos de una toma de decisiones bajo un universo sólido de datos y acorde a las exigencias y compromisos de plano internacional, requerimientos ambientales de orden planetario y a una política de Estado que debe velar por un medio ambiente libre de contaminación y preservación de la naturaleza (Artículo 19 N°8, Constitución Política de la República de Chile) procurando el desarrollo social, cultural y económico de sus habitantes. Meta esperada: conservación y eventual potenciación de nuestro capital ambiental, social, científico y económico emplazado en los humedales.

Para una mejor comprensión del paisaje institucional que enmarca el estudio y gestión de los humedales en Chile, a continuación se presenta un cuadro resumen (**Tabla 1.2**) que muestra la vinculación de los organismos públicos con sus funciones, cuerpos normativos e iniciativas relacionadas al recurso.

²⁶ integrado por: el MMA (coordinador), CONAF (Secretaría Técnica), Ministerio de Relaciones Exteriores,

Ministerio de Minería, Ministerio de Bienes Nacionales, Subsecretaría de Marina, Subsecretaría de Pesca, 8. Servicio Nacional de Pesca, Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección General de Aguas, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Comisión Nacional de Riego, Comité Oceanográfico Nacional, Museo de Historia Natural y CONICYT.

**Tabla 1:** Un acercamiento a los Organismos públicos y su vinculación con el recurso Humedal en Chile.

Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
Ministerio del medio Ambiente (coordinador)	Velar por el cumplimiento de la Ley de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento y ser órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias ambientales.	•Ley 19300 y sus modificaciones expresadas por la Ley 20.417. •Reglamento Ley 19300 •Normas Secundarias de Calidad de Aguas. •SEIA •Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales •Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile	•Plan de Acción País de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. •Convención de Biodiversidad •Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. •Plan de Acción Nacional de Cambio Climático •Proyecto GEF Marino en Chile :Áreas Marinas y Costeras Protegidas AMCP •Proyecto GEF SNAP Sistema Nacional Integrado de Áreas Protegidas para Chile •Punto Focal CBD Conservación de la biodiversidad del convenio internacional de conservación de la diversidad biológica. •Punto de contacto para la Estrategia Regional de Humedales Alto Andinos - Punto focal de la Secretaría Ramsar
CONAF (Secretaría Técnica), Ministerio de Agricultura	Contribuir al desarrollo del país a través de la conservación del patrimonio silvestre y el uso sostenible de los ecosistemas forestales	•Ley de Bosque Nativo •Reglamentos del DL 701, sobre fomento forestal.	•Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos y Aguas •Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces
Ministerio de Relaciones Exteriores	Velar por el cumplimiento de los compromisos ambientales internacionales y Administrar y coordinar iniciativas ambientales en torno a ellos.	•Decreto 771 que promulga Convención Ramsar de 1981	•Convención Bonn •Convención CITES •Convención de Biodiversidad •Convención de Washington



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
Ministerio de Minería	Diseñar, difundir y fomentar políticas mineras de nuestro país, que incorporen la sustentabilidad y la innovación tecnológica, a fin de maximizar el aporte sectorial al desarrollo económico, ambiental y social del país".	•DS N° 414 Política de Producción Limpia del Gobierno de Chile. •Código de Minería	•Acuerdos de producción limpia. •Exploración. •Autorización de explotación de turberas (ecosistemas de humedales). •Impacto sobre glaciares en etapas de exploración y operación.
Ministerio de Bienes Nacionales	Adquisición, administración y disposición de bienes fiscales para conservación, investigación científica y turismo de la naturaleza..	•<i>En proceso(Julio 2010): Política para impulsar turismo y conservación en áreas protegidas</i> •DL 1939/77	•Sendero de Chile: Rutas Patrimoniales, Proyecto Río Olivares •Bienes Nacionales protegidos
Subsecretaría para las FFAA	Administrar los bienes nacionales de uso público y bienes fiscales constituidos por fondos de mar, porciones de agua, playas y terrenos de playa ubicados en la costa del litoral y en los ríos y lagos navegables por buques de más de 100 toneladas Implementar y difundir la Política Nacional de uso del Borde Costero	•Política Nacional de Borde Costero.	•Proyecto Red de Información y Datos del Pacífico Sur para el Apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera (SPINCAM)²⁷. •Política Nacional de uso del Borde Costero

²⁷ Southeast Pacific data and information Network in support to Integrated Coastal Area Management

El Proyecto pretende establecer un **marco de Indicadores** en Gestión Integrada de la Zona Costera en los países del Sudeste Pacífico (Chile, Colombia, Ecuador, Panamá y Perú), enfocándose en los aspectos medioambientales y socio-económicos dentro del contexto del desarrollo sostenible y la gestión integrada del área costera. La Subsecretaría de Marina y su Oficina de Borde Costero conducen la implementación, en el marco de un Acuerdo de cooperación con la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), UNESCO y Gobierno Flamenco de Bélgica.



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
	Definir nomina oficial de Ríos y Lagos navegables por buques de más de 100 toneladas que quedan bajo su jurisdicción. Ser parte activa del proceso de concesiones marítimas a través del Sistema Integrado de Administración del Borde Costero		
Subsecretaría de Pesca - Min. Economía y Fomento y Turismo	Proponer normas de protección, de control y de aprovechamiento racional de los recursos hidrobiológicos disponibles y de su medio; Adoptar medidas para evitar la introducción y propagación dentro del territorio nacional de enfermedades que afecten los recursos hidrobiológicos marinos y continentales y para combatir las existentes (Min. Economía en relación al Sector Pesquero).	Ley de Pesca Recreativa Ley Orgánica	•Fondo de Investigación Pesquera (FIP), destinado a financiar estudios necesarios para administración de las pesquerías y de las actividades de acuicultura., considerando la conservación de los recursos hidrobiológicos, en aspectos biológicos, pesqueros, económicos y sociales



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
Servicio Nacional de Pesca – Min. Economía y Fomento y Reconstrucción	Ejecutar la política pesquera nacional y fiscalizar su cumplimiento y, en especial, velar por la debida aplicación de las normas legales y reglamentarias sobre pesca, caza marítima y demás formas de explotación de recursos hidrobiológicos.	Implementa Ley de Pesca Recreativa	• Programa de Vigilancia Ambiental • Acuicultura/Salmonicultura
Servicio Agrícola y Ganadero - MINAGRI	Contribuir al desarrollo e incremento de la salud animal y vegetal; la protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país y el control de insumos y productos agropecuarios sujetos a regulación en normas legales y reglamentarias.	• Ley 19.473 Ley de Caza y Protección de Vida Silvestre • Ley 20.412 Sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de suelos agropecuarios	Autorización a Programas de Riego
MOP	Planeamiento, estudio, proyección, construcción, ampliación, reparación, conservación y explotación de las obras públicas fiscales de su tuición, tales como caminos, autopistas, puentes, túneles, aeropuertos, aeródromos, rampas, embalses de riego, defensas		Desarrollo de obras civiles y portuarias



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
	fluviales, colectores de agua lluvia, agua potable rural, obras de edificación pública nuevas, borde costero, entre otras. Responsable de la aplicación de la Ley de Concesiones y del Código de Aguas.		
Dirección General de Aguas - MOP	Promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente: planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales, investigar y medir el recurso.	• Normas Secundarias de Calidad de Aguas. • Código de Aguas • Política Nacional de Recursos Hídricos	• Programas de monitoreo del recurso hídrico en ríos y lagos con estaciones
Dirección de Obras Hidráulicas - MOP	Proyectar, construir, conservar, operar y colaborar en la planificación de Obras Hidráulicas que permitan el óptimo aprovechamiento y control del agua, la protección del territorio y las personas		• Planes maestros de manejo de cauce • Obras de defensa y protección de riberas • Construcción de embalses
Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante – Min. De Defensa Nacional	Cautelar el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales vigentes para proteger la vida humana en el mar, el medio ambiente y los recursos naturales y regular las actividades que se generan		SHOA. Monitoreo de cuerpos de agua marina



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
	en el ámbito acuático de su jurisdicción. Ser parte activa del proceso de concesiones marítimas a través del Sistema Integrado de Administración del Borde Costero		
Comisión Nacional de Riego	Coordinar los esfuerzos y supervisar las inversiones en riego en el país.	•Política Nacional de Riego y Drenaje	•Certificación de la CNR en Gestión Territorial ²⁸ por el Programa SUBDERE de Certificación de Mejoramiento de la Gestión, el cual tiene como objetivo incorporar en los productos, bienes y servicios que entregan las instituciones la perspectiva territorial, por lo tanto lo que se espera es que los servicios públicos operen con procesos integrados territorialmente que promuevan e incorporen las necesidades regionales y sus soluciones en la entrega de sus productos.
Comité Oceanográfico Nacional	Coordinar a las instituciones que efectúan investigación y actividades relacionadas con las Ciencias del Mar en Chile	Decreto Supremo Nro. 814 Reglamento interno del CONA	•Plan Nacional de Floraciones Algales - Nocivas, •Investigaciones regulares de biodiversidad acuática. •Investigaciones regulares en contaminación del medio Ambiente Acuático.

²⁸ Uno de los compromisos específicos de la CNR fue "Entregar una oferta de productos CNR en forma articulada con las necesidades de los actores del territorio y con las intervenciones de otras instituciones públicas", dentro de sus logros exponen "la complementariedad con otras instituciones públicas es clave para el desarrollo de proyectos y estudios, es clave para evitar la duplicidad de iniciativas y para el desarrollo de iniciativas validadas por diferentes servicios"



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
			• Investigaciones regulares del fenómeno del Niño y variabilidad climática • Programa CIMAR (investigación en aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos)
Museo de Historia Natural	Recolectar, conservar, investigar y exhibir organismos y muestras representativas de la diversidad biológica y biocultural de Chile		• Divulgación Científica de investigaciones en las áreas de antropología, zoología, paleontología, mineralogía, entomología e hidrobiología, entre otras
CONICYT	Fomentar la formación de capital humano y fortalecer la base científica y tecnológica del país. Ambas funciones son potenciadas de manera transversal por un área de información científica y una de vinculación internacional.		• FONDEF • Programa de Cooperación Científica Internacional
Servicio de Salud del Ambiente	Fiscalizar el cumplimiento de la normativa sanitaria ambiental en las áreas de alimentos, aire, aguas, acústica, condición de seguridad de trabajadores, residuos domiciliarios e industriales, control y aplicación de plaguicidas, entre otros.	• Normas primarias de calidad del aire • Normas de calidad de las agua	
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Regula el uso del suelo de las áreas urbanas y de manera indicativa de las áreas rurales,	• Ley General de Urbanismo y Construcciones • Ordenanza General de	• Desarrollo urbano inmobiliario • Áreas verdes, restauración y mejoramiento de espacios.



Entidad Pública	Función vinculada	Cuerpos Normativos Asociados	Programas institucionales con potencial impacto sobre el recurso humedal
	a través de la aprobación de los Instrumentos de Planificación Territorial a escala Regional, Intercomunal y Comunal.	Urbanismo y Construcciones • Instrumentos de Planificación Territorial. • Ley 18902 Crea Superintendencia de Servicios Sanitarios	

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes, documentos y leyes publicados por los sitios web oficiales de las Instituciones del Gobierno de Chile que componen el cuadro.





En general, la información de humedales en Chile es dispersa, no sistemática, diversa, y con una notable diferencia en los esfuerzos de investigación y caracterización realizados en las distintas regiones.

En la investigación desarrollada por CEA el año 2006, "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca" (CONAMA-CEA, 2006), se identificaron una serie de iniciativas a nivel nacional en relación a los humedales, estudios que en su conjunto se configuran como los protagonistas en el estado del arte del conocimiento de los humedales en Chile, de los cuales se citan algunos.

Castro y colaboradores (1993, 2003) desarrollan un catastro donde registran 435 humedales ubicados sobre una altitud aproximada de 3000 msnm entre los 17° y 26° de latitud sur. El mismo autor, el año 1993, reconoce en una de sus publicaciones la importancia de los humedales en la vida de Atacameños y Aymaras, quienes además de utilizarlos como fuente en el consumo de peces, algas, canalización de aguas y forrajeo de ganado, manejaban un sistema de identificación de las especies que conformaban cada uno de estos hábitats.

En el año 1999 un equipo CONAMA-CONAF desarrolló un catastro que entrega como resultado un registro de aproximadamente 4,5 millones de hectáreas de humedales en el país, equivalentes al 6% del territorio de Chile. En este mismo estudio se establece que los humedales son el segundo uso más representado dentro del SNASPE, con un 24.8%, correspondiente principalmente a turberas ubicadas en las regiones XI y XII. Según este catastro, las regiones III, IV, V, VII y Metropolitana no contarían con humedales representados en el SNASPE.

Confirmando que en Chile existe gran variedad de humedales - lo que se vincula a la diversidad de bioclimas que expone Di Castri & Hajeck (1976)- en el año 2002, Ramírez y colaboradores elaboraron una propuesta para la clasificación de los humedales chilenos. Ellos reconocen 15 tipos de humedales naturales: 5 salinos (litorales, estuarios, marismas, albuferas y salares) y 10 dulceacuícolas: 4 de aguas corrientes (ríos, arroyos, bañados y oasis), 3 de aguas sin corriente (lagos, lagunas y charcos) y 3 asociados a anegamientos del suelo (pantanos, turberas y ñadis).

En 1996, el bofedal de Parinacota ubicado a una altura promedio de 4.300 msnm, fue ampliamente caracterizado por Muhlhauser en relación a su composición vegetativa y de fauna, así como de los principales factores geológicos que participan en su configuración.

En el año 2000, en la VII Región del Maule, se realiza el catastro de humedales mas completo que se haya desarrollado a nivel regional, (CONAMA, 2000). En este estudio se agrupa a los humedales del Maule en 6 "complejos" y se aplica una diferenciación entre los humedales de la zona costera, del interior, y altoandinos.

Haustein *et al.*, 2002, escriben acerca de los humedales en la IX Región haciendo una aproximación de ellos a la clasificación de Ramsar y definiendo características en torno a las especies de plantas y avifauna asociada a ellos. Complementariamente hacen un análisis de los niveles de vulnerabilidad asociados a las especies registradas.

En 2003, otra iniciativa emprendida por la Dirección General de Aguas, cartografió y elaboró un listado de 228 acuíferos que alimentan vegas y bofedales en la región de Antofagasta. En la actualidad se han incorporado a este catastro las de la Región de Arica y Parinacota y Atacama.



La Corporación de Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH) desarrolla un catastro en el 2005 del sistema de humedales costeros en la IV Región de Coquimbo, reconociendo importantes aspectos de su flora y fauna como endemismo, especies nativas y grados de vulnerabilidad, así como los rasgos geomorfológicos que participan en su conformación y aspectos jurisdiccionales que afectan en su administración.

En la Región Metropolitana, Del Campo y colaboradores (2005) describen asociaciones vegetales en el humedal de Batuco y sus características químicas que determinan la presencia de las especies dominantes por sector. En el 2008, Mellado por su parte desarrolla una caracterización hídrica del humedal y analiza la gestión ambiental dentro en el marco de su tesis de Magister.

Gonzáles & Victoriano en el 2005 identifican humedales en la VIII región del Biobío, definiendo su origen, caracterización de avifauna y variables ambientales asociadas a la dinámica de algunos humedales.

Rojas & Schlatter en el 2004 publican estudios acerca de las turberas y otros humedales reconocidos en el extremo sur de Chile.

Díaz *et al.* en 2005 publica acerca de la “turba magallánica”, características y distribución geográfica, complementando la contribución que hace Valenzuela-

En el parque nacional Torres del Paine, Clausen y colaboradores (2006) realizaron una clasificación para los humedales presentes en esta zona (los autores identifican mas de 300 humedales en la zona de estudio). Para esto, se basaron en datos de vegetación, calidad y profundidad del agua, tipo de sustrato e hidroperíodo. Se identifican cinco tipos de humedales en la zona, cuyos nombres son una mezcla entre la clasificación entregada por Ramsar y asociaciones florísticas.

El mismo estudio mencionado inicialmente, “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca” (CONAMA-CEA, 2006), elabora una clasificación de humedales por Ecotipos basándose en la asociación de variables correlacionadas con la estructura y funcionamiento de familias de humedales.

En el 2007 CONAMA elabora un catastro preliminar de humedales costeros para las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Maule, Biobío y Araucanía.

CONAMA en el 2008 emprendió la trabajosa tarea de reunir parte de la información cartográfica de humedales existente en los diversos organismos públicos. En aquella oportunidad se sistematizaron, estandarizaron, identificaron y sintetizaron antecedentes de los humedales hasta ese momento reconocidos por una y otra de las entidades participantes, e incorporados a una plataforma SIG (Sistema de Información Geográfico) para su manejo y más fácil acceso. El resultado permitió definir un incipiente catastro nacional de humedales que permite contar con su localización aproximada y sin poder definir área de cobertura.

Otro trabajo bastante reciente corresponde al de Ahumada y Faúndez (2009). Por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero estos autores desarrollaron una guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica. El fin último de esta investigación fue generar una herramienta de gestión para proteger este recurso extremadamente escaso y de gran importancia en la conservación de la biodiversidad.



Y uno de los últimos trabajos en torno al recurso agua, es el realizado por la Universidad de Chile por encargo de CONAMA y corresponde al estudio “Clasificación de cuerpos de agua” (2010), como apoyo a la norma secundaria de calidad de agua. Basado en bioindicadores, establece una adaptación de la propuesta “Directiva Marco de Aguas” desarrollado por el parlamento Europeo.

En definitiva, como estos ejemplos hay otros, muchas veces de menor escala y amplitud geográfica, pero que en su conjunto conforman el universo de iniciativas que han permitido generar un valiosísimo conocimiento acerca de nuestros humedales en Chile y ciertas herramientas para su protección. Sin embargo son también los protagonistas de una estructura desorganizada y aislada de datos, con falta de normalización en la información y disgregados en las diferentes instituciones públicas.

Los enormes esfuerzos que se han desarrollado hasta ahora para articular a los actores claves en la conservación de los humedales por el Comité Nacional de Humedales, apoyado por herramientas como La Estrategia Nacional de Humedales y su Plan de Acción, sin embargo aún está pendiente contar con un sistema de datos centralizado que permita implementar una real gestión integrada de humedales y su eficaz conservación, considerando la amplia gama de objetivos de gestión sectorial. En este contexto es que se determinó la urgencia de contar con un Inventario Nacional de Humedales para lo cual, y como primer paso fundamental CONAMA, durante el 2007 comienza a trabajar un sistema de clasificación para los Humedales de Chile basado en la definición de Ecotipos, los cuales permiten definir -en una primera instancia de reconocimiento y en reducido margen de tiempo- funciones y amenazas que evaluadas en una perspectiva ecosistémica, pueden identificar sitios de prioridad para la conservación. (ver Estudio “*Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica*”, CONAMA2007).



Anexo 3

Cuadros resumen clasificación Ecotipos



Cuadro A 1.1. Relación entre procesos y atributos ecosistémicos de los humedales

PROCESOS	Estabilidad temporal	Calidad agua	Estructura	Funcionamiento
Intrusión salina	Ecosistemas permanentes, alimentados por aportes dulceacuícolas y marinos	Cambio de la calidad del agua en función del balance hídrico, desde aguas salinas a dulceacuícolas. Estado trófico depende del balance hídrico	Gradiente espacial desde comunidades dulceacuícolas a marinas	Producción primaria planctónica en ambiente salino y por vegetación terrestre hidrófila y acuática en ambiente dulceacuícola
Evaporación	Cuerpos de agua de bajo volumen o caudal en zonas áridas, pueden ser temporales durante periodo de mayor evaporación	Aumento de la salinidad	Transformación de los componentes abióticos y bióticos, desde ecosistemas dulceacuícolas a salinos	Transformación de procesos basados en producción columna de agua a sedimentos (umbral salinidad 13 g/l)
Infiltración	Áreas con precipitaciones concentradas en el tiempo, pueden resultar en ecosistemas temporales cuando la permeabilidad del suelo es alta	Aumento contenido materia orgánica y demanda de oxígeno durante fase infiltración	Comunidades planctónicas en fase inundación. Comunidad de vegetación hidrófila en fase infiltración dominio (ej. ciperaceas)	Producción primaria planctónica en fase inundación. Producción primaria por vegetación azonal en fase infiltración.
Escorrentía	Ecosistemas permanentes con variaciones hidrométricas, en función del régimen de recarga de la cuenca (pulsos de inundación)	Cambio de la concentración de sólidos suspendidos y disueltos en función del hidrograma	Comunidades bentónicas	Degradación de materia orgánica alóctona
Afloramiento aguas subterráneas	Ecosistemas permanentes	Cambio de la concentración de sólidos disueltos por aumento evaporación o disminución temperatura	Comunidades plantas acuáticas y vegetación hidrófila	Producción primaria autóctona por plantas acuáticas y vegetación hidrófila
Producción ácidos orgánicos	Ecosistemas permanentes por escurrimientos superficial y subsuperficial desde cuenca de avenamiento	Agua con baja transparencia por presencia de ácidos orgánicos (color té)	Comunidad planctónica y vegetación acuática	Producción primaria por microalgas planctónicas y plantas acuáticas
Isoterma 0 °C	Ecosistemas temporales por congelamiento aguas superficiales	Disminución de la concentración de sólidos suspendidos (STS), en periodos de baja temperatura. En periodo de alta temperatura, aumento de STS	Desarrollo microalgas y fauna bentónica, durante fase con bajo contenido STS (fase clara). Durante fase con alto contenido de STS, dominio fauna bentónica (fase turbia)	Producción primaria autóctona por plantas acuáticas, en fase clara. Degradación materia orgánica particulada en fase oscura

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.2. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos costeros en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal costero	Humedal costero	Humedal costero
Clase	Intrusión salina	Intrusión salina	Intrusión salina
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa con presencia de agua dulce y agua de mar. Contenido de nutrientes y sales disueltas elevado y baja concentración oxígeno disuelto en estrato profundo. Matriz sedimentaria con alto contenido materia orgánica y potencial redox negativo (sedimento negro).	Matriz acuosa con presencia de agua dulce y agua de mar (periódicamente en función de mareas). Contenido de nutrientes y sales disueltas elevado y baja concentración oxígeno disuelto en estrato profundo. Matriz sedimentaria con alto contenido materia orgánica y potencial redox positivo (sedimento café).	Sustrato saturado con alto contenido de sales. Bajo contenido de oxígeno disuelto. Matriz sedimentaria con alto contenido de materia orgánica
biótica	Plantas acuáticas halófitas y dulceacuícolas. Flora y fauna planctónica. Peces dulceacuícolas y marinos. Vegetación terrestre hidrófila, si existe criptodepresión se reemplaza por vegetación de tipo halófitas.	Plantas acuáticas halófitas y dulceacuícolas. Tapetes microbianos. Fauna bentónica (ej. camarones). Peces dulceacuícolas y marinos. Vegetación terrestre hidrófila, si existe criptodepresión se reemplaza por vegetación de tipo halófitas.	Vegetación terrestre halófitas. Tapetes microbianos.
Componente sensible	Vegetación terrestre hidrófila- plantas acuáticas dulceacuícolas.	Vegetación terrestre hidrófila	Vegetación terrestre halófitas
Funcionamiento			
interacción dominante	Caudal agua dulce- vegetación hidrófila, caudal marino - plantas acuáticas halófitas	Caudal agua dulce- vegetación hidrófila, caudal marino -tapetes microbianos.	Caudal marino-plantas terrestres halófitas
proceso dominante	Producción primaria plantas acuáticas halófitas y plantas terrestres hidrófilas. Producción secundaria invertebrados y peces	Producción primaria tapetes microbianos. Producción secundaria invertebrados	Producción primaria plantas halófitas
proceso sensible	Conectividad hídrica del humedal con el mar (barra terminal) y caudal agua dulce (superficial y subsuperficial). Migración de peces.	Caudal agua dulce Migración de peces.	Caudal marino
Ejemplos	Lagunas costeras como Budi, Conchalí, Carrizal	Desembocadura de ríos como Bío Bío, Mataquito, Aconcagua	Salinas y zonas inundadas por mareas donde no existe depresión en el terreno

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.3. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase evaporación) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Evaporación	Evaporación	Evaporación
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa alto contenido especies orgánicas y especies inorgánicas. Matriz sedimentaria alto contenido materia orgánica autóctona.	Matriz acuosa bajo contenido especies orgánicas e inorgánicas. Matriz sedimentaria bajo contenido materia orgánica autóctona y alto contenido vegetación alóctona.	Sustrato a con alto contenido de sales.
biótica	Tapetes microbianos Flora y Fauna planctónica Fauna macroinvertebrados bentónicos. Vegetación terrestre del tipo halófitas.	Plantas acuáticas (macrófitas). Tapetes microbianos (sal > 13 g/l). Fauna bentónica . Peces bentófagos (ej. Bagres. Orestias) Vegetación terrestre hidrófila (ciperáceas, totoras, bofedales, vegas).	Tapetes microbianos. Vegetación terrestre halófitas.
componente sensible	Tapetes microbianos – vegetación terrestre	Vegetación terrestre hidrófila	Vegetación terrestre halófitas
Funcionamiento			
interacción dominante	Recurso hídrico superficial-tapetes-avifauna (ej. flamencos).	Recurso hídrico superficial-vegetación hidrófila- pastoreo fauna terrestre	Recurso hídrico superficial-vegetación terrestre hidrófila
proceso dominante	Producción primaria tapetes microbianos – producción secundaria avifauna	Producción primaria vegetación hidrófila	Producción primaria vegetación terrestre halófitas
proceso sensible	Caudal agua dulce	Nivel freático	Nivel freático
Ejemplos	Laguna terminal Jachucoposa, Huasco, Barros Negros.	Canales alimentados por surgencias, como vertientes de Jachucoposa, Huasco norte. Incluye las lagunas asociadas directamente a las vertientes.	Tapetes y vegetación inundada por afloramientos difusos donde no existe depresión en el terreno

Fuente: “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.4. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase escorrentía) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Escorrentía	Escorrentía	Escorrentía
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa bajo contenido sólidos totales disueltos (STD) y sólidos totales suspendidos (STS). Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con sedimentos finos y materia orgánica particulada fina.	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con arenas, gravas, clastos de mayor tamaño y materia orgánica particulada gruesa (MOPG). Presencia pulso de inundación.	Sustrato saturado o no saturado temporalmente, con mezcla de materia orgánica particulada (fina y gruesa) y partículas inorgánicas de granulometría fina.
biótica	Flora y fauna planctónica Plantas acuáticas hidrófilas Peces planctófagos-ictiófagos Vegetación terrestre hidrófila	Microalgas filamentosas Tapetes microbianos (perifiton) Plantas acuáticas Fauna bentónica Peces bentófagos-ictiófagos Vegetación terrestre hidrófila	Briofitas. Fauna invertebrados y microorganismos.
componente sensible	Fitoplancton	Contenido materia orgánica particulada gruesa (MOPG) proveniente vegetación terrestre nativa. Tapetes microbianos. Peces	Briofitas
Funcionamiento			
interacción dominante	Nutrientes-fitoplancton	Caudal recurso hídrico superficial-tapetes microbianos-MOPG	Sustrato - briofitas
proceso dominante	Producción primaria fitoplancton	Degradación MOPG	Degradación sustrato
proceso sensible	Tiempo residencia-nutrientes-fitoplancton	Caudal recurso hídrico superficial	Estabilidad física sustrato
Ejemplos	Lago Villarrica, Todos los Santos, Pirihueico	Río Aconcagua, Teno, Laja, Bío Bío. Ríos que drenan de cordillera Nahuelbuta	Briofitas alimentadas por afloramientos difusos donde no existe depresión en el terreno

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.5. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase infiltración, A) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Infiltración A	Infiltración A	Infiltración A
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con sedimentos finos y materia orgánica particulada fina.	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con arenas, gravas y materia orgánica particulada gruesa.	Sustrato saturado o no saturado temporalmente con mezcla de materia orgánica particulada (fina y gruesa) y partículas inorgánicas de granulometría fina.
biótica	Microalgas filamentosas Flora y fauna planctónica Vegetación terrestre hidrófila	Tapetes microbianos (perifiton) Plantas acuáticas Vegetación terrestre hidrófila Fauna bentónica Peces bentófagos	Vegetación terrestre hidrófila.
componente sensible	Vegetación terrestre hidrófila	Tapetes microbianos Contenido materia orgánica particulada gruesa (MOPG) Peces bentófagos	Vegetación terrestre hidrófila
Funcionamiento			
interacción dominante	Nivel freático- vegetación terrestre hidrófila	Nivel freático-tapetes microbianos-MOPG	Nivel freático- vegetación terrestre hidrófila
proceso dominante	Producción primaria vegetación terrestre hidrófila	Degradación MOPG	Producción primaria vegetación terrestre hidrófila
proceso sensible	Nivel freático	Nivel freático	Nivel freático
Ejemplos	Hualves	Canales de desagüe de Hualves	Suelos saturados en zonas intercuencas

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1..6. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase infiltración saturado, B) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Infiltración B	Infiltración B	Infiltración B
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Alto contenido nutrientes y bajo contenido oxígeno en los estratos más profundos. Matriz sedimentaria predominantemente orgánica, con diferentes grados de descomposición.	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Alto contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria predominantemente orgánica, con diferentes grados de descomposición.	Sustrato saturado o no saturado temporalmente con mezcla de materia orgánica y partículas inorgánicas de granulometría fina.
biótica	Plantas acuáticas Vegetación terrestre hidrófila	Microalgas filamentosas Plantas acuáticas emergentes Flora y fauna planctónica Fauna bentónica Vegetación terrestre hidrófila	Vegetación terrestre hidrófila
componente sensible	Plantas acuáticas	Plantas acuáticas	Vegetación terrestre hidrófila
Funcionamiento			
interacción dominante	Nivel freático-plantas acuáticas-pastoreo	Nivel freático-plantas acuáticas	Nivel freático - Vegetación terrestre hidrófila
proceso dominante	Producción primaria plantas acuáticas	Producción primaria plantas acuáticas	Producción primaria Vegetación terrestre hidrófila
proceso sensible	Nivel freático	Nivel freático	Nivel freático
Ejemplos	Mallín, turberas, pomponales	Canales de descarga de Mallín, turberas, pomponales	Vegetación inundada por afloramientos difusos donde no existe depresión en el terreno

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1..7. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continentales (clase afloramientos subterráneos) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Afloramientos subterráneos	Afloramientos subterráneos	Afloramientos subterráneos
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa bajo en contenido STD y STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Nivel hídrico independiente de las precipitaciones. Matriz sedimentaria con sedimentos finos. Sedimentos anóxicos (sedimento negro).	Matriz acuosa alto contenido STD y bajo contenido STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. Matriz sedimentaria con arenas. Sedimentos aeróbicos (sedimento café)..	Sustrato saturado o no saturado temporalmente con mezcla de materia orgánica y partículas inorgánicas de granulometría fina.
biótica	Flora y fauna planctónica Peces planctófagos Vegetación terrestre hidrófila	Plantas acuáticas (sumergidas y emergentes) Fauna bentónica Peces bentófagos Vegetación terrestre hidrófila	Vegetación terrestre hidrófila
componente sensible	Plantas acuáticas	Plantas acuáticas	Vegetación terrestre hidrófila
Funcionamiento			
interacción dominante	Nutrientes-plantas acuáticas	Caudal-plantas acuáticas	Nivel freático - vegetación terrestre hidrófila
proceso dominante	Producción primaria plantas acuáticas	Producción primaria plantas acuáticas	Producción primaria vegetación terrestre hidrófila
proceso sensible	Carga de nutrientes -plantas acuáticas	Caudal (velocidad) -plantas acuáticas	Nivel freático
Ejemplos			Vegetación inundada por afloramientos difusos donde no existe depresión en el terreno

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.8. Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase ácidos orgánicos) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Ácidos orgánicos	Ácidos orgánicos	Ácidos orgánicos
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
abiótica	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Alto contenido nutrientes y contenido oxígeno. Presencia de ácidos húmicos y fúlvicos (coloración color té), con baja transparencia. Baja velocidad de escurrimiento. No recibe alimentación hídrica de glaciares. Matriz sedimentaria rica en materia orgánica	Matriz acuosa bajo contenido STD y STS. Alto contenido nutrientes y contenido oxígeno. Presencia de ácidos húmicos y fúlvicos (coloración color té), con baja transparencia Matriz sedimentaria rica en materia orgánica	Sustrato saturado o no saturado temporalmente con mezcla de materia orgánica y partículas inorgánicas de granulometría fina.
biótica	Plantas acuáticas Flora y fauna planctónica	Plantas acuáticas	Vegetación terrestre arbórea
componente sensible	Plantas acuáticas	Plantas acuáticas	
Funcionamiento			
interacción dominante	Escorrentía -vegetación arbórea	Escorrentía -vegetación arbórea	Nivel freático-vegetación arbórea
proceso dominante	Escorrentía - vegetación arbórea	Escorrentía - vegetación arbórea	Degradación sustrato orgánico
proceso sensible	Cobertura vegetación nativa	Cobertura vegetación nativa	Estabilidad física sustrato orgánico
Ejemplos	Ñadis, tepuales	Canales de desagüe de Ñadis y tepuales	Vegetación inundada por escorrentía donde no existe depresión en el terreno

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.9 Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos continental (clase Isotherma O °C) en función de la morfología del cuerpo de agua.

Ecotipo	Humedal continental	Humedal continental	Humedal continental
Clase	Isotherma O °C	Isotherma O °C	Isotherma O °C
Tipo	Cubeta	Canal	Plano
Atributos			
Estructura			
Abiótica	Matriz acuosa bajo contenido STD y alto STS. Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. La dinámica de la matriz acuosa esta regulada por el régimen térmico. Matriz sedimentaria dominada por arenas y gravas. Presencia de materia orgánica particulada gruesa (MOPG).	Matriz acuosa bajo contenido STD y alto STS (temporalmente). Bajo contenido nutrientes y alto contenido oxígeno. La dinámica de la matriz acuosa esta regulada por las condiciones térmicas. Baja transparencia durante los periodos de deshielo. Matriz sedimentaria dominada por arenas, grava y clastos de mayor tamaño. Presencia de materia orgánica particulada gruesa (MOPG).	Sustrato saturado o no saturado temporalmente con mezcla de materia orgánica y partículas inorgánicas de granulometría fina. Sustrato se mantiene congelado durante invierno.
Biótica	Microalgas filamentosas Flora y fauna planctónica Peces planctófagos	Tapetes microbianos (perifiton) Microalgas filamentosas Fauna bentónica Peces bentófagos	Vegetación terrestre arbórea
componente sensible	Fauna planctónica-peces	Fauna bentónica-peces	Vegetación terrestre arbórea
Funcionamiento			
interacción dominante	Sedimentos finos– flora y fauna planctónica-peces	MOPG –fauna bentónica-peces	Caudal-vegetación arbórea terrestre
proceso dominante	Sedimentos finos- temperatura del agua-producción primaria planctónica	Descomposición MOPG	
proceso sensible	Carga sedimentos finos	Caudal-carga sedimentos finos	Caudal superficial
Ejemplos	Lago General Carrera, Meullín	Río Nef, río Colonia	Vegetación inundada por afloramientos difusos donde no existe depresión en el terreno

Fuente: “Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica” (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A 1.10. Jerarquización de los bienes, servicios y valores principales de los humedales por clase y variedad de ecotipo.

Clases	Bienes	Servicios	Valores
Intrusión salina	Fuente de alimento y materias primas (e.g. peces, crustáceos y fibras)	Estabilización de la línea de costa.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Evaporación	Fuente de agua.	Recarga y descarga de acuíferos. Hábitat vida silvestre	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Infiltración (A)	Fuente de agua Fuente de materias primas (turba)	Protección contra inundaciones. Sumideros de carbono Retención de nutrientes	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Infiltración saturado (B)	Fuente de materias primas (turba)	Protección contra inundaciones. Sumideros de carbono. Retención de nutrientes	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Escorrentía	Alimentos y materias primas (e.g. peces y fibras) Fuente de agua	Hábitat vida silvestre	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Afloramientos subterráneos	Fuente de agua. Fuente de alimento y materias primas (forraje para ganado)	Retención de nutrientes	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Ácidos orgánicos	Materias primas (e.g. árboles).	Sumideros de carbono. Mantenimiento de microclima	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.
Isoterma O°C	Alimentos y materias primas (e.g. peces y fibras)	Protección contra inundaciones. Retención y sedimentación de nutrientes.	Turístico, recreativo, educacional, científico, cultural.

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



Cuadro A.1.11. Jerarquización de las amenazas en función de los ecotipos

Ecotipos	Amenazas		
	Físico	Químico	Biológico
Intrusión salina	Alteración dinámica barra terminal. Extracción y modificación de caudal agua superficial de tributarios (ej. camino costero). Quema vegetación ripariana	Actividad agrícola (fertilizantes, pesticidas). Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Pastoreo. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Evaporación	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales	Pastoreo
Infiltración (A)	Extracción agua superficial. Drenaje. Sedimentación. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Monocultivos. Pastoreo
Infiltración saturado (B)	Modificación tiempo residencia del agua. Sedimentación. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes. Descargar Riles con alta concentración sales	Extracción biomasa. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Esorrentía	Extracción agua superficial. Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Deforestación vegetación ripariana
Afloramientos subterráneos	Extracción agua subterránea y superficial. Quema vegetación.	Descargar Riles con alta concentración sales. Descargar Riles con alta concentración sales. Actividad agrícola	Pastoreo. Introducción especies exóticas. Depredadores domésticos alzados (gatos y perros)
Ácidos orgánicos	Deforestación	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	
Isoterma O°C	Modificación tiempo residencia del agua	Descargar Riles con alta concentración nutrientes	Introducción especies exóticas. Pastoreo

Fuente: "Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica" (CONAMA-CEA, 2007).



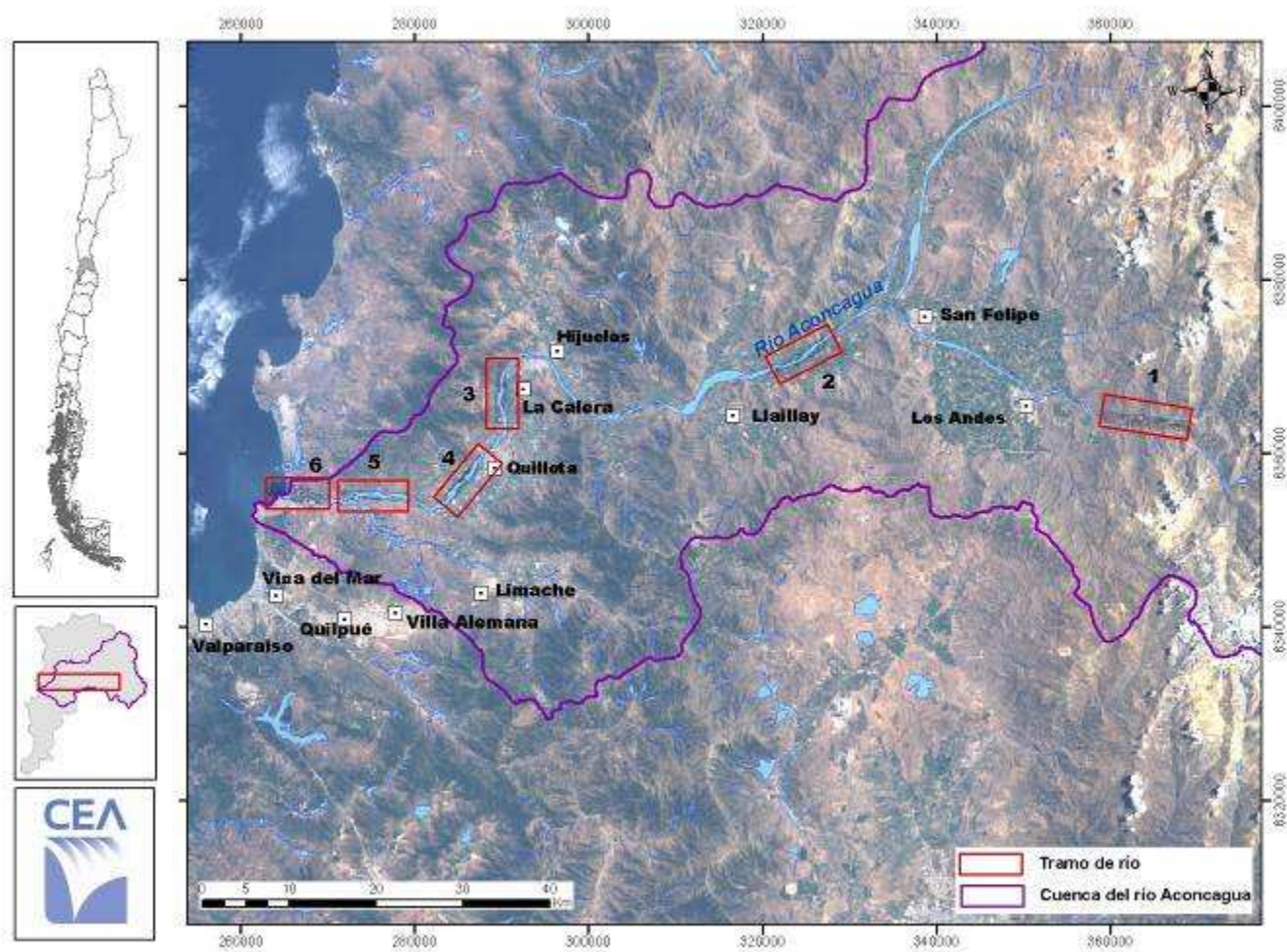
Anexo 4

Tramos de humedales pilotos en el río Aconcagua



Tramos de humedales pilotos en el río Aconcagua

Área de Estudio: ubicada en la Región de Valparaíso, en la cuenca del Aconcagua, específicamente en 6 tramos del río del mismo nombre.





TRAMO 1



TRAMO 2





TRAMO 3



TRAMO 4





TRAMO 5



TRAMO 6





Anexo 5

Caracterización limnológica del río Aconcagua



INFORME

CALIDAD DE AGUA CUENCA RÍO ACONCAGUA

NOVIEMBRE 2010



ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Alcances Generales	4
3. Objetivos	4
4. Área de estudio	4
5. Metodología	6
5.1 Metodología de muestreo y análisis	6
5.2 Evaluación de los resultados de calidad de agua	6
6. Resultados	8
7. Conclusiones	13
8. Bibliografía	15



1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Aconcagua se encuentra situada entre los paralelos 32° 20' y 33° 07' latitud sur, y entre los meridianos 71° 31' y 70° 0 0' longitud oeste. Tiene una superficie estimada de 7.337 Km² y geográficamente está inserta en su totalidad dentro de la Región de Valparaíso. El río Aconcagua nace por la confluencia de los ríos Juncal y Blanco, con el gran aporte andino proveniente del río Colorado, que recibe por su lado norte a poco más de 13 Km. aguas abajo. En su curso medio, el río Aconcagua recibe aportes de varios esteros de marcado régimen pluvial; por el lado norte, los esteros Catemu y Los Litres, mientras que por la ribera sur llegan los afluentes Lo Campo y Los Loros. En su curso inferior, luego de recibir los aportes del estero Rautén, su principal tributario corresponde al estero Limache, una subcuenca regulada por el embalse Los Aromos. Finalmente, y luego de un recorrido de aproximadamente 190 kilómetros desde su nacimiento, desemboca al Océano Pacífico, en la comuna de Concón.

Su régimen hidrológico es de alimentación mixta, o nivo-pluvial. En sus zonas alta y media el río Aconcagua es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos. En la zona baja, el río Aconcagua posee un régimen pluvial, por lo cual presenta crecidas asociadas directamente con las precipitaciones. En su nacimiento después de la confluencia de los ríos Juncal y Blanco (1.420 m.s.n.m.), tiene las características de un río importante con un promedio anual de caudal natural de 20,5 m³/s. Entra al valle central en el sector del puente Las Vizcachas, con un promedio anual de caudal natural de 33,0 m³/s.

Los terrenos agrícolas se presentan prácticamente a lo largo de todo el valle del río Aconcagua. En el sector alto, las zonas agrícolas están presentes próximas al río Putaendo y Estero Pocuro; en el sector medio, próximas al Estero Los Loros y en el sector bajo de la cuenca, la superficie agrícola se presenta próxima al Estero Limache. El sector agrícola más extenso, corresponden a la provincia de Quillota, San Felipe de Aconcagua y Los Andes.

Las principales actividades económicas en la cuenca del río Aconcagua son agricultura, minería e industria. La actividad agrícola se desarrolla principalmente en los alrededores de las ciudades de San Felipe y Los Andes. Respecto a la actividad industrial, la minería metálica la más importante de la cuenca corresponde a la explotación de cobre fino en sectores de Los Andes y Catemu.

En cuanto a la distribución espacial de las localidades, éstas se encuentran próximas al principal cauce de la cuenca, el río Aconcagua.



2. ALCANCES GENERALES

El presente informe entrega los resultados de la campaña de monitoreo realizada en noviembre de 2010, en distintos sectores del río Aconcagua, la que incluyó el muestreo y posterior análisis del componente Calidad de Agua.

3. OBJETIVO

Entregar los resultados de la campaña de monitoreo de calidad de aguas realizada en distintos puntos del río Aconcagua, en el mes de noviembre de 2010.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El monitoreo de la Calidad de Agua incluyó la caracterización de 22 estaciones de muestreo. La campaña de monitoreo fue realizada los días 15,16 y 17 de noviembre de 2010. Los parámetros medidos se indican en la tabla 4.1. Las estaciones de monitoreo y sus respectivas coordenadas geográficas se indican en la tabla 4.2.

Tabla 4.1: Parámetros medidos en monitoreo de Noviembre 2010.

Parámetros
Coliformes fecales
Coliformes totales
Fósforo total
Nitrógeno orgánico total
Potencial Redox
Turbidez

Tabla 4.2: Estaciones de monitoreo calidad de agua. Noviembre 2010.



Estaciones	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
AC-01	367577	6363336
AC-02	367938	6362838
AC-03	361727	6363604
AC-04	366532	6363250
AC-05	325192	6371350
AC-06	323303	6370067
AC-07	316674	6369529
AC-08	316477	6369162
AC-09	290166	6368439
AC-10	290079	6367896
AC-11	289963	6366802
AC-17	285097	6356278
AC-18	284374	6355654
AC-19	284049	6354960
AC-20	277011	6355008
AC-21	275305	6355147
AC-22	272914	6355143
AC-23	270717	6354307
AC-26	265965	6355378
AC-27	265538	6355272
AC-28	265685	6354889
AC-30	271777	6354634

5. METODOLOGIA



5.1 Metodologías de muestreo y análisis

Las muestras de agua para análisis químico fueron obtenidas en frascos de polietileno de alta densidad, directamente desde los cursos de aguas. Las muestras fueron almacenadas en cajas térmicas aislantes y fueron transportadas al laboratorio.

Los métodos analíticos utilizados para cada parámetro se detallan a continuación:

- **Turbiedad (NTU):** Se utilizó el Procedimiento de Determinación de Turbidez, basado en el Manual de Empleo Turbiquant 1000IR y 1100IR, Merck y según Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2130 B.
- **Potencial REDOX (mV):** Se utilizó el método de acuerdo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2580 B.
- **Fósforo Total (P-total, µg/L):** Se midió en muestras de agua sin filtrar transportadas al laboratorio. Los análisis se realizarán de acuerdo a lo que se indica en Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-P B y E
- **Nitrógeno Orgánico Total (NOT, µg/L):** Se midió en muestras de agua sin filtrar transportadas al laboratorio, previa digestión. El análisis se realizará mediante Test de N-NH₄, Spectroquant. Nova 60, Merck.
- **Coliformes Totales y Fecales (NMP/100 ml):** Se utilizó método indicado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 9223 B.

5.2 Evaluación de los resultados de calidad de agua

La evaluación de los resultados se contrastaron frente a los valores establecidos por la NCh N° 1333 en lo referente a la calidad de agua para uso en riego y vida acuática.

Además, se consideró de forma referencial lo establecido en el anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Aconcagua. Sin embargo sólo algunas estaciones están dentro del área de vigilancia establecidas por esta norma y corresponden a lo indicado en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Correspondencia Estaciones de muestreo con áreas de vigilancia según la NSCS de la Cuenca del río Aconcagua.



Estaciones	Área de vigilancia según NSCA Cuenca río Aconcagua
AC-01	CO-10
AC-02	AC-10
AC-03	AC-10
AC-04	AC-10
AC-05	AC-30
AC-06	AC-30
AC-07	AC-30
AC-08	AC-30

El estado trófico de los sistemas estudiados se evaluó en base a la cantidad de nutrientes y la respuesta en términos de la producción primaria, según Dodds et al., 1998 y Häekanson, 1994 (Tabla 5.2). Los estados tróficos: oligotrófico, mesotrófico y eutrófico corresponden a sistemas que reciben bajo, intermedio y altas entradas de nutrientes. Hipereutrófico es el término usado para los sistemas con entradas excesivas de nutrientes. NT, nitrógeno total; PT, fósforo total; Chl a, clorofila "a".

Tabla 5.2. Características medias de lagos (Nürnberg, 1996), ríos (Dodds et al., 1998), y agua marina costera (Häekanson, 1994) de diferentes estados tróficos.

Sistema	Estado trófico	NT (µg/L)	PT (µg/L)	chl a (µg/L)
Lagos	Oligotrófico	<350	<10	<3,5
	Mesotrófico	350-650	10-30	3,5-9
	Eutrófico	650-1.200	30-100	9-25
	Hipereutrófico	>1.200	>100	>25
Ríos	Oligotrófico	<700	<25	<10
	Mesotrófico	700-1.500	25-75	10-30
	Eutrófico	>1.500	>75	>30
Marino	Oligotrófico	<260	<10	<1
	Mesotrófico	260-350	10-30	1-3
	Eutrófico	350-400	30-40	3-5
	Hipereutrófico	>400	>40	>5



6. RESULTADOS

Calidad de Agua

Los resultados respectivos se presentan en la **Tabla 6.1**.

Todos los parámetros medidos presentaron valores cuantificables. Los valores de Coliformes totales en algunas estaciones presentaron valores sobre el Límite de Detección.

-Nitrógeno Orgánico Total ($\mu\text{g/l}$): Según los valores registrados en el área de estudio, el valor mínimo se presentó en la estación AC-08, con un valor igual a 188,8 $\mu\text{g/l}$ y el valor máximo se presentó en la estación AC-09, con un valor igual a 787,5 $\mu\text{g/l}$. Calculándose de esta manera un valor promedio igual a 459,7 $\mu\text{g/l}$. Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua el no hace referencia a este parámetro. (Figura 6.1)

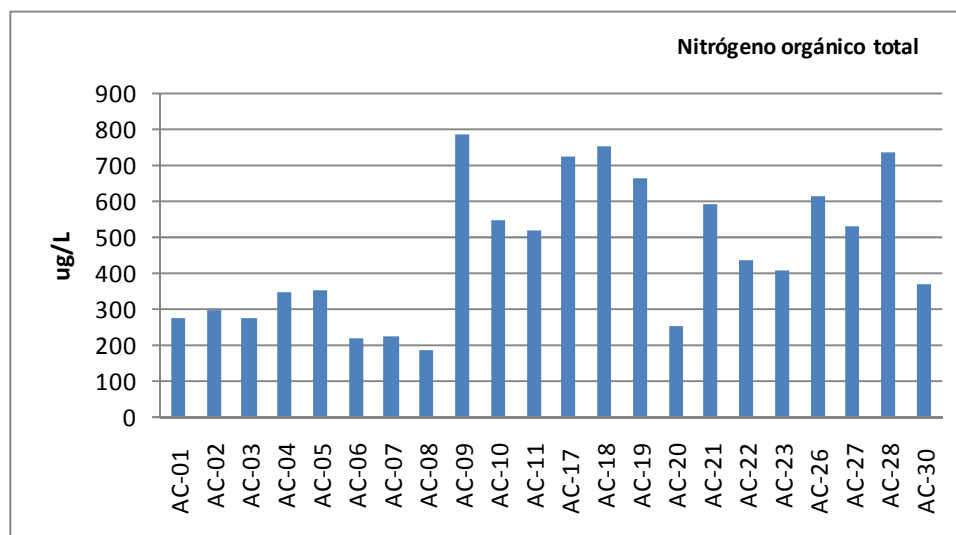


Figura 6.1: Gráfico Nitrógeno Orgánico total ($\mu\text{g/L}$)

-Fósforo Total ($\mu\text{g/l}$): Los valores registrados en esta campaña se presentaron heterogéneos, fluctuaron entre los 10,0 $\mu\text{g/l}$ en la estación AC-06, y 2130,0 $\mu\text{g/l}$ en la estación AC-17, presentando así una concentración promedio de 399,2 $\mu\text{g/l}$. Las estaciones AC-17, AC-18 y AC-19 fueron las que obtuvieron los mayores valores para este parámetro, estas estaciones se encuentran en un sector agrícola. Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen límite de referencia. (Figura 6.2)

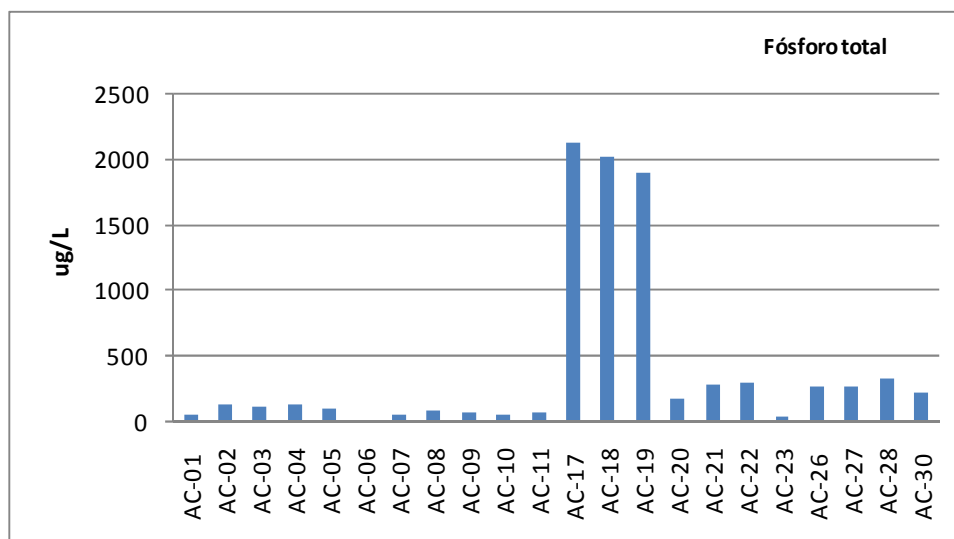


Figura 6.2: Gráfico Fósforo total (ug/L)

-Coliformes Fecales (NMP/100 ml): Las concentraciones de Coliformes Fecales presentaron un mínimo de 11 NMP/100ml, en la estación AC-04, mientras que el máximo fue de 2419.6 NMP/100ml, en la estación AC-09, calculando un valor promedio para el área de 497,0 NMP/100ml. Para este parámetro la NCh N° 1333, establece como límite máximo 1.000 NMP/100ml, el cual se ve superado en las estaciones AC-05, AC-07, AC-09 y AC-11; el anteproyecto de NSCA de la cuenca del río Aconcagua, para el área de vigilancia AC-30 entrega un valor de 256 NMP/100ml el que se encuentra sobrepasando en las estaciones AC-05 y AC-07, así mismo para el área de vigilancia AC-10 (15 NMP/100ml) las estaciones correspondientes a AC-02 y AC-03 también sobrepasan los valores del anteproyecto (141,4 y 81,6 NMP/100ml, respectivamente). Figura 6.3

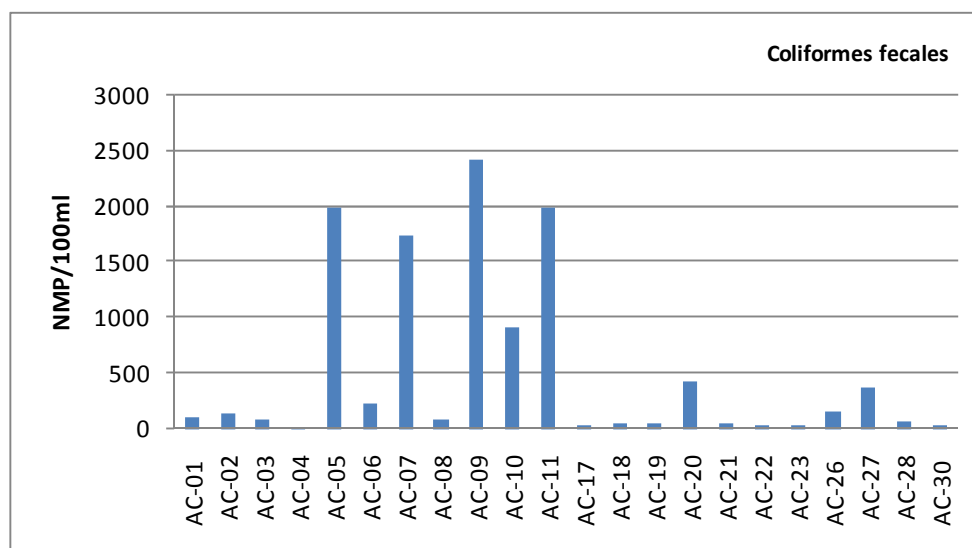




Figura 6.3: Gráfico Coliformes fecales (NMP/100ml)

-Coliformes Totales (NMP/100 ml): Se presentaron valores heterogéneos en el área de estudio, los cuales fluctuaron entre los 51,2 NMP/100ml en la estación AC-04 y un valor máximo de >2420 NMP/100ml, registrado en la mayor parte de las estaciones del río Aconcagua. Para este parámetro la NCh N°1333 no establece referencia, mientras que el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua, para el tramo AC-10 (200 NMP/ml) sobrepasan las estaciones AC-02 y AC-03 con 307,6 NMP/ml y 1203,3 NMP/ml respectivamente, lo mismo ocurre con el tramo AC-30 en la que aparecen todas las estaciones sobrepasando el valor del anteproyecto (1271 NMP/100ml). Figura 6.4.

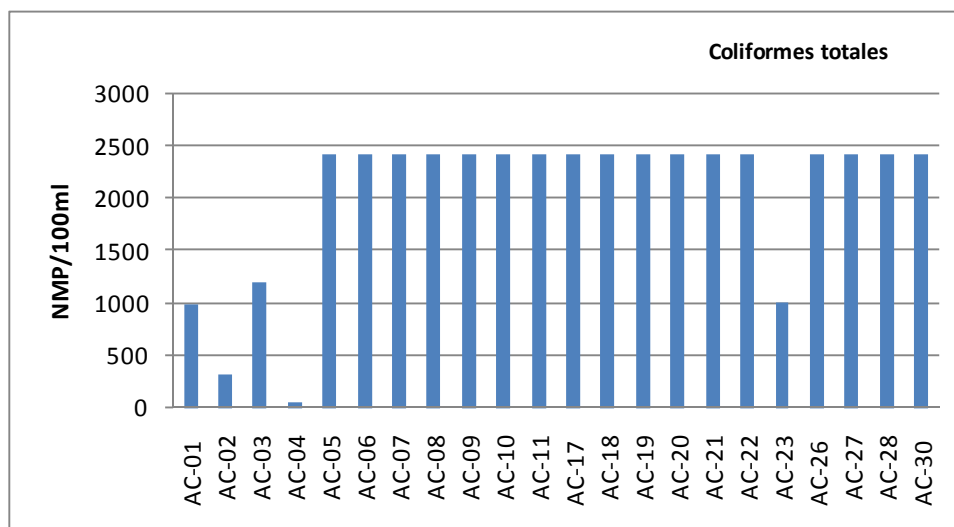


Figura 6.4: Gráfico Coliformes totales (NMP/100ml)

-Turbidez (NTU): La Turbidez presentó valores heterogéneos en la cuenca del río Aconcagua, los rangos fluctuaron desde 1,0 NTU en la estación AC-06 y 50,9 NTU en la estación AC-22 presentando un promedio de 17,3 NTU. Los valores más altos se produjeron en las estaciones AC-02, AC-03, AC-04, AC-21 y AC-22. Para este parámetro, la NCh N°1333 para uso en riego y vida acuática y la NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria. (Figura 6.5).

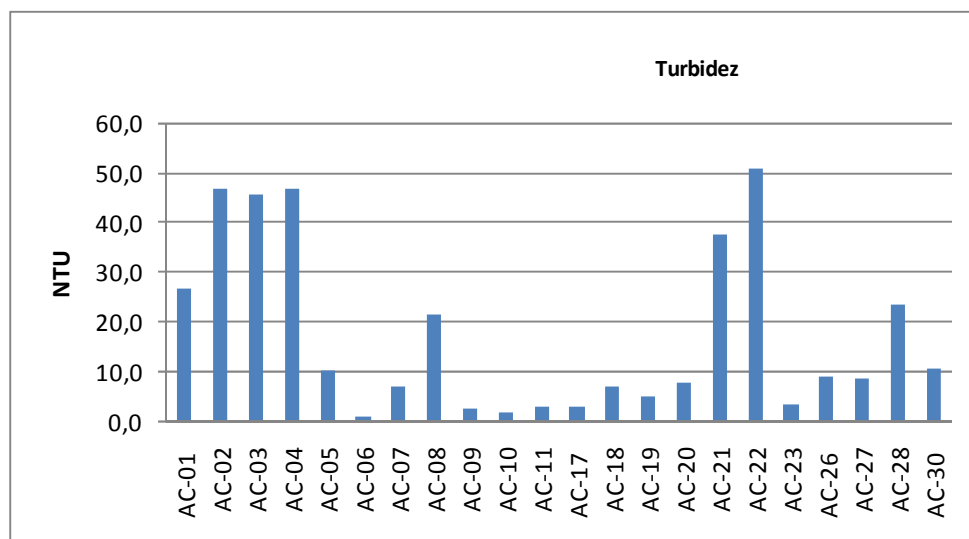


Figura 6.5: Gráfico Turbidez (NTU)

Potencial Rédox (mV): Se presentaron valores heterogéneos en la zona de estudio. La estación que presentó el mínimo -384,0 mV fue AC-30, mientras que el mayor valor se registró en la estación AC-04 con 224,0 mV, la que se encuentra aguas abajo la confluencia del río Colorado con el río Aconcagua. Tanto la NCh 1333, como la NSCA de la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria. (Figura 6.6).

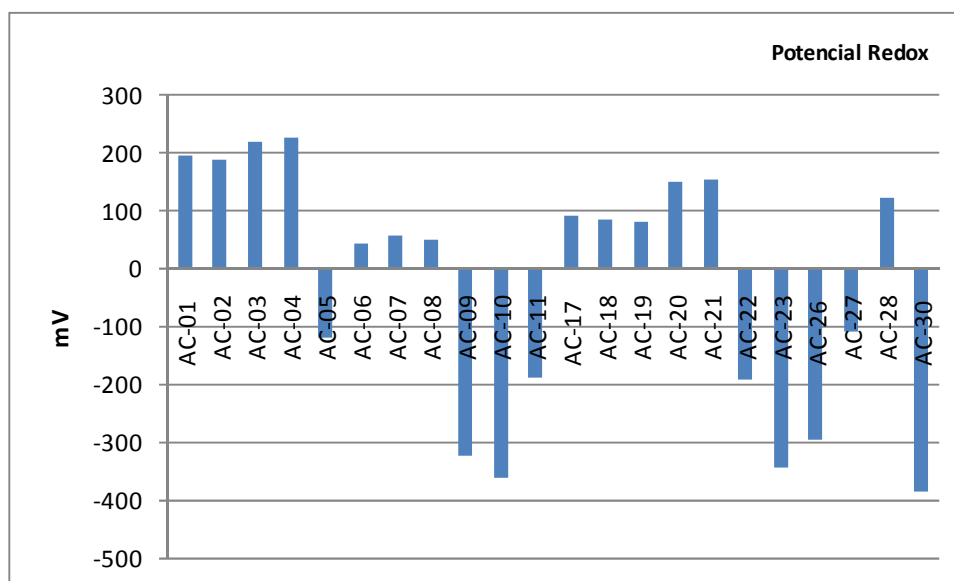


Figura 6.6: Gráfico Potencial Rédox (mV).



Tabla 6.1: Parámetros de Calidad de agua Monitoreados en cuenca del río Aconcagua.
Noviembre 2010.

Estaciones	Coliformes fecales	Coliformes totales	Fósforo total	Nitrógeno orgánico total	Potencial Redox	Turbidez
	NMP/100ml	NMP/100ml	ug/L	ug/L	mV	NTU
AC-01	90,8	980,4	53,0	272,5	195,0	26,7
AC-02	141,4	307,6	132,0	295,0	187,0	46,6
AC-03	81,6	1203,3	110,0	275,0	220,0	45,5
AC-04	11,0	51,2	127,0	347,5	224,0	46,7
AC-05	1986,3	>2420	98,0	351,3	-118,0	10,3
AC-06	224,7	>2420	10,0	221,3	41,0	1,0
AC-07	1732,9	>2420	55,0	226,3	55,0	7,2
AC-08	72,8	>2420	82,0	188,8	49,0	21,6
AC-09	2419,6	>2420	74,0	787,5	-322,0	2,8
AC-10	913,9	>2420	49,5	548,1	-361,0	1,9
AC-11	1986,3	>2420	72,0	521,3	-187,0	3,0
AC-17	35,9	2419,6	2130,0	725,0	92,0	2,9
AC-18	48,0	>2420	2015,0	750,0	84,0	7,2
AC-19	40,2	>2420	1900,0	662,5	80,0	5,0
AC-20	416,0	2419,6	182,0	253,8	149,0	7,8
AC-21	45,7	>2420	276,0	591,3	152,0	37,6
AC-22	34,1	>2420	297,0	435,0	-193,0	50,9
AC-23	29,8	1011,2	36,0	410,0	-345,0	3,3
AC-26	156,2	>2420	260,0	613,8	-294,0	9,0
AC-27	365,4	>2420	262,0	530,0	-108,0	8,7
AC-28	71,7	>2420	333,0	737,5	121,0	23,5
AC-30	30,1	>2420	228,0	370,0	-384,0	10,6
Promedio	497,0	2031,5	399,2	459,7	-30,1	17,3
Mín	11,0	51,2	10,0	188,8	-384,0	1,0
Máx	2419,6	2420,0	2130,0	787,5	224,0	50,9



7. CONCLUSIONES

Con respecto a las Coliformes fecales, la concentración mayor (2420 NMP/ml) se encontró en la estación AC-09, ubicada aguas abajo de la ciudad de la Calera, las estaciones que le siguen AC-10 y AC-11 también presentan valores altos, así como también las estaciones AC-05 y AC-07. Para este parámetro la NCh N° 1333, establece como límite máximo 1.000 NMP/100ml, el cual se ve superado en las estaciones AC-05, AC-07, AC-09 y AC-11; el anteproyecto de NSCA de la cuenca del río Aconcagua, para el área de vigilancia AC-30 entrega un valor de 256 NMP/100ml el que se encuentra sobrepasando en las estaciones AC-05 y AC-07, así mismo para el área de vigilancia AC-10 (15 NMP/100ml) las estaciones correspondientes a AC-02 y AC-03 también sobrepasan los valores del anteproyecto (141,4 y 81,6 NMP/100ml, respectivamente).

Las Coliformes totales presentaron valores sobre el límite de detección (>2420 NMP/ml) en la mayoría de las estaciones, a excepción de la estación AC-04 con una concentración de 51,2 NMP/ml, ubicada aguas abajo del río Colorado, y la estación AC-02 ubicada aguas arriba del río Colorado, con una concentración de 307,6 NMP/ml. Para este parámetro la NCh N°1333 no establece referencia, mientras que el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua, para el tramo AC-10 (200 NMP/ml) sobrepasan las estaciones AC-02 y AC-03 con 307,6 NMP/ml y 1203,3 NMP/ml respectivamente, lo mismo ocurre con el tramo AC-30 en la que aparecen todas las estaciones sobrepasando el valor indicado en el anteproyecto (1271 NMP/100ml).

El fósforo total obtuvo valores muy altos (con respecto a las otras estaciones estudiadas), en tres estaciones (AC-17, AC-18 y AC-19), las que se encuentran en un sector agrícola ubicado después de la ciudad de Quillota. Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen límite de referencia. El estado trófico del sistema del río Aconcagua se evaluó con respecto a los valores de Fósforo total obtenidos en las estaciones monitoreadas, comparando estos valores con los indicados según Dodds et al., 1998 y Häkanson, 1994 (Tabla 5.2), indica que es un sistema eutrófico.

El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente que limite la productividad primaria en un cuerpo de agua. Por ende, en aquellos sistemas donde el fosfato es un nutriente limitante, la descarga de aguas de desecho, el drenaje proveniente de zonas agrícolas o de determinados aportes industriales estimulará el crecimiento de micro y macroorganismos acuáticos vegetales, causando un proceso de eutroficación. Las fuentes antropogénicas puntuales incluyen las aguas servidas domésticas e industriales; las fuentes no puntuales están asociadas con la escorrentía de áreas agrícolas y domésticas. Una fracción del P en los fertilizantes orgánicos e inorgánicos es removida parcialmente por las plantas, otra fracción es arrastrada por el agua y el resto se acumula en el suelo trayendo como consecuencia la presencia de cantidades elevadas de este elemento en ríos y lagos. Las lluvias también contribuyen con una cantidad importante del fósforo total presente en las aguas superficiales. Holtan et. al. (1988) encontró que la concentración de P en aguas de lluvia varía en el tiempo y en espacio, reportando concentraciones más altas en zonas industriales y agrícolas durante la estación de verano.

Mientras que para el Nitrógeno total el valor más alto se ubicó en la estación AC-09 ubicada después de la ciudad de la Calera, también en sector agrícola, después están las estaciones AC-17, AC-18 y AC-19, y estaciones de la desembocadura del río Aconcagua,



(AC-26, AC28). Tanto la NCh N°1333 como el anteproyecto de NSCA para la cuenca del río Aconcagua el no hace referencia a este parámetro.

Con respecto al Potencial rédox la estación que registró el valor mayor fue la AC-04 con 224,0 mV, encuentra ubicada aguas abajo la confluencia del río Colorado con el río Aconcagua. Tanto la NCh 1333, como la NSCA de la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria.

Las reacciones redox se definen como la transferencia de electrones de un material a otro. El oxígeno es el aceptor de electrones más importante de la biosfera, seguido del NO₃, SO₄ y CO₂. El termino potencial redox (Eh) se refiere al grado relativo de oxidación y reducción en un ambiente acuoso y los valores más altos indican condiciones más oxidantes, este término comúnmente es usado para indicar la disponibilidad relativa de los electrones en un ambiente químico particular. En el medio natural no existen electrones libres per se, sino que a cada oxidación ocurre una reducción por que un sistema en equilibrio el potencial redox debe ser neutro.

La turbidez presenta valores heterogéneos en la cuenca, el máximo se presentó en la estación AC-22 cercana a bancos de arena y próximo a lugares donde se realizan movimientos de tierra. El menor valor se registró en la estación AC-06, ubicada en un sector con poca intervención antrópica. Cabe mencionar que su régimen hidrológico es de alimentación mixta, o nivo-pluvial. En sus zonas alta y media el río Aconcagua es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos. Para este parámetro, la NCh N°1333 para uso en riego y vida acuática y la NSCA para la cuenca del río Aconcagua no establecen valoración regulatoria.



8. BIBLIOGRAFÍA

A.P.H.A. , A.W.W.A. & W.E.F., 2005. Standard Methods: for the examination of water and wastewater. 21 Edition.

Norma Chilena Oficial 1333 (NCh 1333) Of. 1978 mod. 1987., Requisitos de calidad de agua para diferentes usos; Instituto Nacional de Normalización, pág. 4-7.

Norma Chilena Oficial NCh 411/2 Of 96. Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.

Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas continentales superficiales de la Cuenca del río Aconcagua. 2004, Art 4 y Art.5.

Water Quality Data. Analysis and Interpretation. Arthur W. Hounslow. 397 pp.

Wetzel, R.G., and Likens, G.E.. 1991. Limnological Analyses. 2nd. Ed. Springer-Verlag. 391 pp



Anexo 6

Caracterización de la flora y vegetación asociada a tramos del río Aconcagua



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	.....
2.	OBJETIVOS	.....
2.1.	Objetivo General	.....
2.2.	Objetivos Específicos	.....
3.	METODOLOGÍA	.....
3.1.	Flora y Vegetación Terrestre	.....
4.	RESULTADOS	.....
4.1.	Área de Estudio	.....
4.2.	Flora y Vegetación Terrestre	.....
4.2.1.	Riqueza de especies	.....
4.2.2.	Abundancia de especies	.....
4.2.3.	Vegetación	.....
4.2.4.	Estado de conservación de la flora y formaciones vegetacionales	.....
4.3.1.	Riqueza de especies	.....
5.	CONCLUSIONES	.....
5.1.	Flora y Vegetación Terrestre	.....
7.	LITERATURA CITADA	.....
8.	ANEXOS	.....



1. INTRODUCCION

Global y regionalmente los humedales sustentan una alta diversidad biológica y su extensión se estima en unas 750 a 1300 millones de ha, siendo citados como los ecosistemas más amenazados en la actualidad (Vila I. 2006). Organismos internacionales como la convención RAMSAR tienen como objetivo velar por su conservación y uso racional, mediante acciones locales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

Dentro de los ambientes naturales de Chile, los humedales representan ecosistemas importantes para la flora y fauna. La flora de estos ecosistemas tiene una relevancia trascendental, no solo por su gran riqueza y abundancia, sino que también por ser fuente de alimento y/o protección para la fauna allí presente (ej. sitio de anidación para la avifauna de especies nativas y migratorias).

La quinta región cuenta con la presencia de variados humedales que se distribuyen desde la costa hasta la cordillera de los Andes. Con la finalidad de abarcar estos sitios, se consideró el Río Aconcagua que dentro de sus 142 kms de recorrido, alberga zonas con estas características.

El objetivo del presente estudio es realizar un estudio de caracterización biótica, considerando la flora y vegetación ripariana en el área de influencia descrita. El área de estudio abarca una unidad fisiográfica, correspondiente a macrófitos y vegetación de tipo esclerófila del bosque mediterráneo con zonas de humedales presentes junto al río.



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar un estudio de caracterización de la flora y vegetación en Río Aconcagua, lo cual permitirá establecer el actual estado de los humedales asociados a la cuenca del río.

2.2. Objetivos Específicos

Flora Terrestre

- Determinar la riqueza florística del área de influencia directa del proyecto (diversidad biológica),
- Determinar la abundancia y ubicación (en el marco del proyecto) de las especies descritas,
- Analizar el estado de conservación y endemismo de las especies presentes en el área de estudio

Vegetación

- Referenciar la vegetación presente en el área de influencia del proyecto
- Determinar la presencia y representatividad (%) de las diferentes formaciones vegetacionales sobre el conjunto de las estaciones de muestreo establecidas

3. METODOLOGIA

Se realizó un listado de riqueza florística asignando un valor de cobertura absoluta (%) según Braun-Blanquet (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La campaña de terreno realizada durante noviembre 2010, contempló recorridos por el área de estudio, donde se establecieron 22 estaciones de monitoreo. En cada una de estas estaciones se proyectó 1 cuadrante de 10 x 10 m, en los cuales se identificó cobertura y riqueza de taxa.

4. RESULTADOS

4.1 Riqueza de especies

Durante la campaña realizada durante noviembre 2010, se encontró un total de 80 especies de plantas asociadas al curso de agua del río.



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

Se encontraron especies de origen nativo, así como también introducidas, lo cual sugiere una alta heterogeneidad y competencia entre las especies por colonizar estos lugares.

4.2.2 Abundancia de especies

Estación	Especie	Cobertura	Riqueza
AC-01	<i>Quillaja saponaria</i>	5	14
	<i>Vinca major</i>	10	
	<i>Hordeum murinum</i>	70	
	<i>Cirsium vulgare</i>		
	<i>Ficus carica</i>	15	
	<i>Populus deltoides</i>	15	
	<i>Cestrum palqui</i>	p	
	<i>Euphorbia peplus</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Marrubium sp.</i>		
	<i>Populus deltoides-Baccharis sp.</i>		
	<i>Crataegus laevigata</i>		
	<i>Acacia caven</i>		
	<i>Schinus sp.</i>		
AC-02	<i>Hirschfeldia incana</i>		10
	<i>Cyperus eragrostis</i>		
	<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>		
	<i>Polypogon sp.</i>		
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Equisetum bogotense</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>	20	
	<i>Brassica rapa</i>		
	<i>Aristotelia chilensis</i>		
	<i>Calceolaria sp.</i>		
AC-03	<i>Schinus sp.</i>		9
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	60	
	<i>Populus deltoides</i>	5	
	<i>Penisetum clandestinum</i>	5	
	<i>Equisetum bogotense</i>		
	<i>Cichorium intybus</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Salix sp.</i>	40	
AC-04	<i>Eschscholzia californica</i>	5	11
	<i>Proustia pungens</i>		
	<i>Nacella aff. chilensis</i>		



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

	<i>Baccharis sp.</i>		
	<i>Equisetum bogotense</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>	20	
	<i>Acacia sp.</i>		
	<i>Poa sp.</i>	p	
	<i>Otholobium glandulosum</i>		
	<i>Cyperus eragrostis</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
AC-05	<i>Chrysanthemum coronarium</i>		11
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Gnaphalium sp.</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>	5	
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		
	<i>Tessaria absinthioides</i>		
	<i>Polypogon aff monspeliensis</i>		
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		
	<i>Rubus aff ulmifolius</i>		
	<i>Cortaderia rudiusscula</i>		
AC-06	<i>Chrysanthemum coronarium</i>		13
	<i>Baccharis marginalis</i>	5	
	<i>Gnaphalium sp.</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		
	<i>Tessaria absinthioides</i>		
	<i>Polypogon aff monspeliensis</i>		
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		
	<i>Rubus aff ulmifolius</i>		
	<i>Cortaderia rudiusscula</i>		
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Eschscholzia californica</i>	p	
AC-07	<i>Rumex maricola</i>		12
	<i>Tessaria absinthioides</i>		
	<i>Galega officinalis</i>	15	
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Matricaria chamomilla</i>		
	<i>Verbascum virgatum</i>		
	<i>Sium latifolium</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Cirsium vulgare</i>		



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		
	<i>Poa sp.2</i>	12	
	<i>Polygonum sp.</i>		
AC-08	<i>Hirschfeldia incana</i>	25	8
	<i>Galega officinalis</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Verbascum virgatum</i>	5	
	<i>Eschscholzia californica</i>	5	
	<i>Ricinus communis</i>		
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		
	<i>Chenopodium album</i>		
AC-09	<i>Baccharis marginalis</i>	p	11
	<i>Salix babylonica</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Hordeum sp.</i>		
	<i>Eschscholzia californica</i>		
	<i>Hirschfeldia incana</i>		
	<i>Euphorbia peplus</i>		
	<i>Gnaphalium viravira</i>		
	<i>Baccharis sp.</i>		
	<i>Polygomun persicaria</i>		
	<i>Poa sp.3</i>		
AC-10	<i>Baccharis marginalis</i>		20
	<i>Hirschfeldia incana</i>	p	
	<i>Cirsium vulgare</i>		
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Rubus ulmifolius</i>		
	<i>Sonchus asper-Rubus ulmifolius</i>		
	<i>Baccharis marginalis</i>		
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		
	<i>Sium latifolium</i>		
	<i>Rumex maricola</i>		
	<i>Tessaria absinthioides</i>		
	<i>Salix sp.</i>		
	<i>Galega officinalis</i>	p	
	<i>Salix humboltiana</i>	70	
	<i>Verbascum virgatum</i>		
	<i>Polygomun persicaria</i>		
	<i>Senecio sp.</i>		
	<i>Conium maculatum</i>		



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

	<i>Matricaria chamomilla</i>		
	<i>Verbena litorilis</i>		
AC-11	<i>Hirschfeldia incana</i>	90	5
	<i>Matricaria chamomilla</i>	5	
	<i>Galega officinalis</i>	p	
	<i>Rumex maricola</i>		
	<i>Polygonum persicaria</i>		
AC-17	<i>Hirschfeldia incana</i>	60	6
	<i>Raphanus sativus</i>	p	
	<i>Polygonum persicaria</i>	p	
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Galega officinalis</i>		
	<i>Rumex maricola</i>		
AC-18	<i>Hirschfeldia incana</i>	60	6
	<i>Raphanus sativus</i>	p	
	<i>Polygonum persicaria</i>	p	
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Galega officinalis</i>		
	<i>Rumex maricola</i>		
AC-19	<i>Hirschfeldia incana</i>	60	6
	<i>Raphanus sativus</i>	p	
	<i>Polygonum persicaria</i>	p	
	<i>Poa sp.</i>		
	<i>Galega officinalis</i>		
	<i>Rumex maricola</i>		
AC-20	<i>Hirschfeldia incana</i>	25	9
	<i>Tessaria absinthioides</i>	15	
	<i>Baccharis marginalis</i>	15	
	<i>Polygonum persicaria</i>	5	
	<i>Verbena litoralis</i>	5	
	<i>Plantago lanceolata</i>	5	
	<i>Verbascum virgatum</i>	20	
	<i>Gnaphalium sp.</i>	5	
	<i>Chamaemelum mixtum</i>	5	
AC-21	<i>Tessaria absinthioides</i>	5	18
	<i>Galega officinalis</i>	25	
	<i>Baccharis marginalis</i>	p	
	<i>Sonchus asper</i>	5	
	<i>Gnaphalium sp.</i>	5	
	<i>Chamaemelum mixtum</i>	p	
	<i>Conyza bonariensis</i>	5	



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

	<i>Cynodon dactylon</i>	p	
	<i>Lolium sp.</i>	5	
	<i>Gnaphalium sp.</i>	5	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	5	
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	5	
	<i>Hydrocotyle verticillata</i>	p	
	<i>Rubus ulmifolius</i>	5	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	p	
	<i>Cirsium vulgare</i>	5	
	<i>Eschscholzia californica</i>	5	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	15	
AC-22	<i>Galega officinalis</i>	30	17
	<i>Equisetum bogotense</i>	p	
	<i>Polygonum persicaria</i>	p	
	<i>Ludwigia peploides</i>	p	
	<i>Polygonum persicaria</i>	5	
	<i>Rumex aff maricola</i>	p	
	<i>Apium nodiflorum</i>	p	
	<i>Cyperus eragrostis</i>	p	
	<i>Plantago lanceolata</i>	5	
	<i>Verbena litoralis</i>	p	
	<i>Baccharis marginalis</i>	15	
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	5	
	<i>Salix humboltiana</i>	p	
	<i>Verbascum virgatum</i>	15	
	<i>Azolla filiculoides</i>	5	
	<i>Cyperus eragrostis</i>	5	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	5	
AC-23	<i>Cyperus eragrostis</i>	p	18
	<i>Galega officinalis</i>	50	
	<i>Tessaria absinthioides</i>	p	
	<i>Galium sp</i>	5	
	<i>Chamaemelum mixtum</i>	p	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	5	
	<i>Plantago lanceolata</i>	p	
	<i>Verbena litoralis</i>	p	
	<i>Conyza sp.</i>	5	
	<i>Gnaphalium sp.</i>	p	
	<i>Rumex maricola</i>	5	
	<i>Hordeum murinum</i>	p	
	<i>Baccharis marginalis</i>	15	



Caracterización de la flora y vegetación asociada a humedales del Río Aconcagua, V región. Noviembre 2010.

	<i>Rhaphanus sativus</i>	5	
	<i>Polygonum persicaria</i>	p	
	<i>Geranium sp.</i>	p	
	<i>Equisetum bogotense</i>	p	
	<i>Matricaria recutita</i>	p	
AC-27			0
AC-26	<i>Scirpus californicus</i>	20	8
	<i>Tessaria absinthioides</i>		
	<i>Hydrocotyle verticillata</i>	5	
	<i>Poa sp.</i>	60	
	<i>Rhaphanus sativus</i>		
	<i>Galega officinalis</i>	10	
	<i>Rumex maricola</i>		
	<i>Chamaemelum mixtum</i>		
AC-30	<i>Galega officinalis</i>	25	20
	<i>Cyperus eragrostis</i>	5	
	<i>Taraxacum officinale</i>	5	
	<i>Azolla filiculoides</i>	5	
	<i>Helenium aff aromaticum</i>	5	
	<i>Apium nodiflorum</i>	5	
	<i>Equisetum bogotense</i>	5	
	<i>Polypogon aff monspeliensis</i>	5	
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	5	
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	5	
	<i>Equisetum bogotense</i>	5	
	<i>Euphorbia sp.</i>	p	
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	p	
	<i>Rumex maricola</i>	p	
	<i>Baccharis marginalis</i>	p	
	<i>Chamaemelum mixtum</i>	p	
	<i>Cyperus aff rotundus</i>	p	
	<i>Gnaphalium vira-vira</i>	p	
	<i>Senecio sp.</i>	p	
	<i>Hirschfeldia incana</i>	p	



4.2.3 Vegetación

Durante el recorrido de las estaciones de muestreo, que van desde la precordillera de Los Andes hasta la desembocadura del río Aconcagua se encontraron formaciones vegetacionales que según Gajardo (1992) y Luebert & Pliscoff (2006) son del tipo matorral y bosque esclerófilo, así como también sub-formaciones de:

- Matorral Esclerófilo Andino presente en la zona alta del río Aconcagua
- Matorral Espinoso de las serranías
- Bosque esclerófilo costero, en el valle y desembocadura del río respectivamente.

Éstas formaciones van presentado cambios en la composición florística debido a variaciones microclimáticas y geográficas en el recorrido del Río Aconcagua, determinado a su vez, por la gradiente altitudinal y geográfica (E-O) que existe.

Para la sub-formación de matorral esclerófilo presente en la zona alta del río se registraron especies dominantes como *Retanilla trinervia*, *Colliguaja odorifera*, *Schinus polygamu*, *Salix humboldtiana* (asociado a cursos de agua del Río), presencia ocasional de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*. Laderas de exposición norte se encontraron dominadas por *Echinopsis chiloensis* y *Puya berteroniana*.

Las especies componentes del matorral espinoso de las serranías son similares a la formación descrita anteriormente presentando además especies como *Acacia caven*, *Adesmia confusa*, *Schinus montanus* y *Nasella chilensis*.

El Bosque esclerófilo costero que se presenta junto al Río Aconcagua está dominado por *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus* como parte del estrato arborescente, además de *Dasyphyllum excelsum* y *Persea lingue* en algunas zonas. Como estrato arbustivo *Sophora macrocarpa* y *Lobelia excelsa*, y gran presencia de enredaderas como *Proustia pyrifolia* y *Lardizabala bitermata*; esta sub-formación se desarrolla mayoritariamente en fondos de quebradas junto al Río Aconcagua, con laderas de exposiciones Sur, caso distinto a laderas de exposición norte con presencia de cactáceas y especies del género *Puya*.

A nivel del mar y en la desembocadura de este río tenemos un ecosistema del tipo humedal con vegetación de por sí acuática dominando especies como *Scirpus sp*, *Juncus californicus*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Azolla filiculoides* y *Equisetum bogotense*, (presente a lo largo del sitio de muestreo).

Finalmente, a lo largo de la toma de muestras se encontró gran presencia de malezas asociadas a curso de agua junto a la flora acuática; *Galega officinalis*, *Hirschfeldia incana*, *Cyperus eragrostis* por nombrar algunas.

Todas estas formaciones se presentaron de forma heterogénea a lo largo de las estaciones de muestreo, presentando coberturas y dominancias diferentes entre uno y otro lugar.

4.2.4 Estado de conservación de la flora y formaciones vegetacionales

No se encontró la presencia especies clasificadas en estado de conservación según Benoit (1989).



6. BIBLIOGRAFIA

Cea, A., Díaz. Y Robles (2003). Inventario de Flora - Inventario del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo / www.humedalescoquimbo.cl

Convención de Ramsar (2004). Manejo de las zonas costeras (serie Manuales, N° 13) / www.ramsar.org

Gajardo, R. (1992). La vegetación Natural de Chile; Proposición de un sistema de clasificación y representación de la distribución geográfica; Versión resumida y adaptada. Santiago de Chile. 50 p.

Hoffmann, A. (1995). Flora Silvestre de Chile Central: Zona Central(Tercera Edición). Ediciones Fundación Claudio Gay. 255 p.

Luebert, F. y Pliscoff (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Edición Universitaria, Santiago, Chile. 316 p.

Matthei, O. (1995). Manual de las malezas que crecen en Chile. Santiago, Chile. 545 p.

Tellier S., Aldunate G., Riedemann P., Niemeyer H., (2005). Flora de la Reserva Nacional Río Clarillo: Guía de Identificación de especies Impreso Socías Ltda., Santiago. 367 p.

Vila I., Veloso A., Schlatter R., Ramírez C., (2006). Macrofitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria., Santiago, Chile. 187 p.

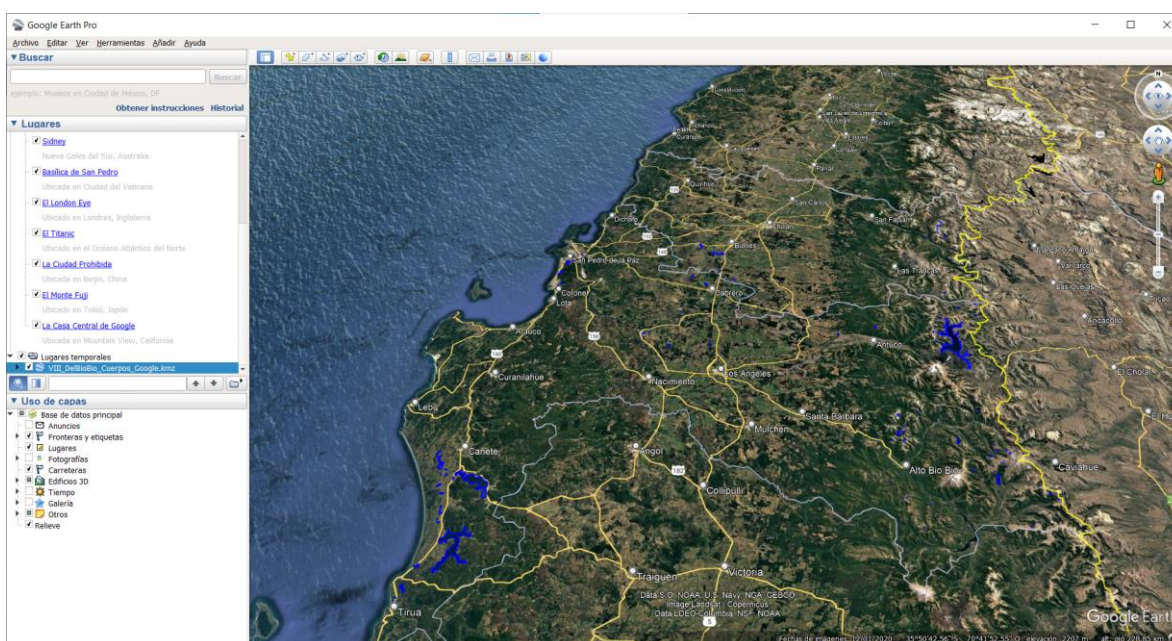


CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “VIII_DelBioBio_Cuerpos “que contiene

- KMZ “VIII_DelBioBio_Cuerpos_Google.kmz”



- Archivos en formato shape

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	5 KB
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	3 KB
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	1.956 KB
 VIII_DelBioBio_Cuerpos.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	2 KB



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “VIII_DelBioBio_Figuras” que contiene

- Archivo en formato de proyecto ArcMap

 VIII_DelBioBio_mxd.mxd	25-11-2024 17:41	Archivo MXD	2.452 KB
--	------------------	-------------	----------

- Archivos en formato shape

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 Argentina_Referencia.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	1 KB
 Argentina_Referencia.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 Argentina_Referencia.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	1 KB
 Argentina_Referencia.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 Argentina_Referencia.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	1 KB
 Argentina_Referencia.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	2 KB
 Argentina_Referencia.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	1 KB
 Chile_Regiones_15.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	3 KB
 Chile_Regiones_15.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 Chile_Regiones_15.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	1 KB
 Chile_Regiones_15.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 Chile_Regiones_15.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	43.390 KB
 Chile_Regiones_15.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	4 KB
 Chile_Regiones_15.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	1 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	1 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	1 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	927 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	2 KB
 VIII_DelBioBio_Provincias.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	1 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	2.247 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	64 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	5 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	6.503 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	2 KB
 VIII_DelBioBio_Drenes.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	52 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	124 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	15 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	2 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	3.462 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	2 KB
 VIII_DelBioBio_LimiteRegional.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	12 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	84 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	3 KB

 VIII_DelBioBio_NombresLagos.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	1.656 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	2 KB
 VIII_DelBioBio_NombresLagos.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	3 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	8 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	2 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	2.723 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	10 KB
 VIII_DelBioBio_NombresRios.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	2 KB

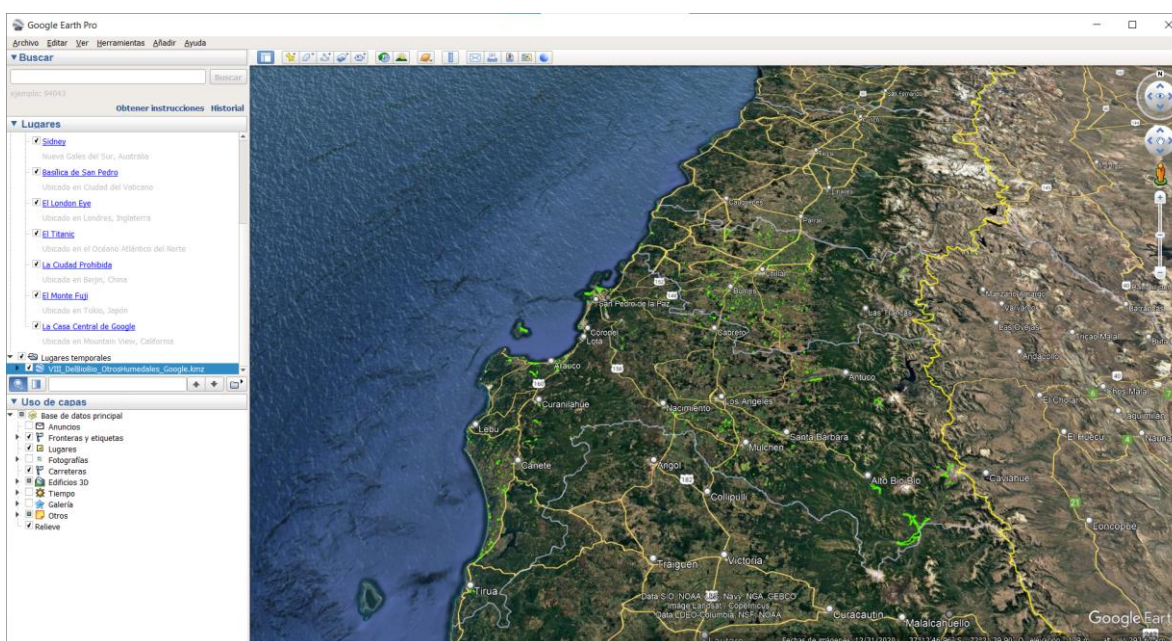


CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “VIII_DelBioBio_OtrosHumedales “que contiene

- KMZ “VIII_DelBioBio_OtrosHumedales_Google.kmz”



- Archivos en formato shape

 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	64 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	32 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	3 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	7.579 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	11 KB
 VIII_DelBioBio_OtrosHumedales.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	26 KB

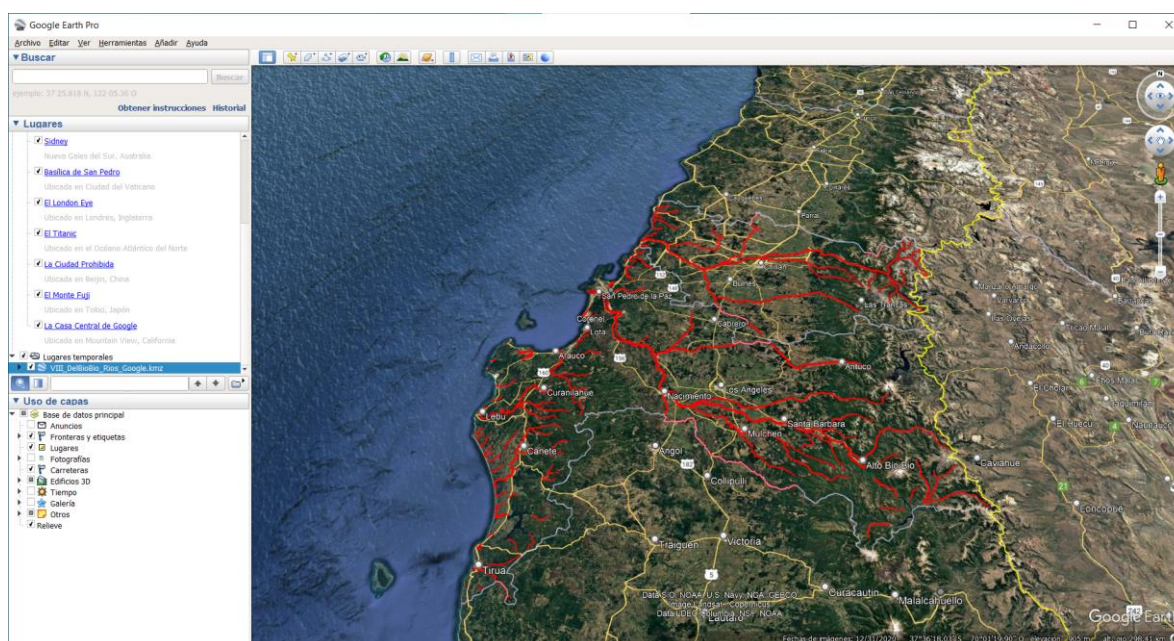


CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “VIII_DelBioBio_Ríos “que contiene

- KMZ “VIII_DelBioBio_Rios_Google.kmz”



- Archivos en formato shape

 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	2 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.sbx	25-11-2024 17:41	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.shp	25-11-2024 17:41	Archivo SHP	4.957 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.shp.xml	25-11-2024 17:41	Microsoft Edge HTML D...	11 KB
 VIII_DelBioBio_RiosPrincipales.shx	25-11-2024 17:41	Archivo SHX	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.dbf	25-11-2024 17:41	Archivo DBF	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.prj	25-11-2024 17:41	Archivo PRJ	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.sbn	25-11-2024 17:41	Archivo SBN	2 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	3.515 KB
 VIII_DelBioBio_RiosSecundarios.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB



**Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile
Universidad de Concepción**



**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN Y USO
SUSTENTABLE DE LOS HUMEDALES LACUSTRES Y URBANOS
PRINCIPALES DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO.**

**Propuesta Metodológica para el Manejo y Gestión para
Humedales de la Región del Biobío**

Informe Final

Concepción, Septiembre de 2011

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. Delimitación de los humedales	2
1.2. Importancia de los humedales urbanos	3
1.3. Antecedentes históricos del Concepción Metropolitano	5
2 OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo general	11
2.2. Objetivos específicos	11
3 ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL	11
3.1. Concepto de Humedal	11
3.2. Funciones y Valores de los Humedales	14
3.2.1 Principales funciones de los humedales (Barrientos, 2009)	14
3.2.2 Principales Valores de los Humedales (Barrientos, 2009)	15
3.3. Estrategia Nacional de Biodiversidad y Estrategia Nacional para la Conservación y uso Racional de los Humedales en Chile.	16
4 METODOLOGIA PARA EL MANEJO DE HUMEDALES: DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES	18
4.1. Etapa de diagnóstico de la problemática	19
4.1.1 Tipificación de los humedales de la Región de Biobío	19
4.1.2 Identificación de las características estructurales y funcionales según tipología	21
4.1.3 Identificación de las actividades y usos en los humedales	22
4.1.4 Aplicación del Índice de Estado de Conservación de Humedales	22
4.2. Etapa de planificación e implementación de medidas de gestión y manejo de los humedales	24
4.2.1 Establecimiento de prioridades para la conservación y para la restauración: Priorización de los humedales	24
4.2.2 Criterios para la elección de humedales de referencia	24
4.2.3 Implementación de medidas de gestión para los humedales	24
5 RESULTADOS	28
5.1. Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en la cuenca del río Andalién	29
5.1.1 Marisma Rocuant–Andalién	29
5.1.2 Humedal Canal el Morro	32
5.1.3 Humedal Carriel Sur	34

5.1.4	Humedal Canal Ifarle	36
5.1.5	Laguna Lo Pineda	37
5.1.6	Río Andalién	38
5.1.7	Humedal Palomares	39
5.1.8	Humedal Camino Peaje a Chaimávida	40
5.1.9	Humedal Collao	40
5.1.10	Humedal Vegas de Nonguén	41
5.1.11	Humedal La Greda	41
5.1.12	Humedal Carriel Norte	42
5.2	Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las	43
	Subcuencas Costeras entre el Río Andalién y Río Biobío	
5.2.1	Humedal Paicaví (Tucapel Bajo - Paicaví)	43
5.2.2	Laguna Lo Méndez	45
5.2.3	Laguna Lo Galindo	46
5.2.4	Laguna Las Tres Pascualas	47
5.2.5	Laguna Lo Custodio	48
5.2.6	Humedal San Andrés	49
5.2.6	Humedal Perales	51
5.2.7	Laguna La Macera	52
5.2.8	Humedal Villa Dinahue	53
5.2.9	Humedal Huachicop	54
5.2.10	Laguna Redonda	55
5.2.11	Laguna Recamo	56
5.3	Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados	57
	en la cuenca del río Biobío	
5.3.1	Humedal Desembocadura del Río Biobío	57
5.3.2	Laguna Verde	58
5.3.3	Laguna Price	59
5.3.4	Laguna Grande de San Pedro	60
5.3.5	Laguna Chica de San Pedro	62
5.3.6	Humedal Los Batros	63
5.3.7	Humedal Comaco	65
5.3.8	Humedal Lenga	66
5.3.9	Humedal Huachipato	67
5.3.10	Humedal Guñunhue	67
5.3.11	Humedal Frente a Sitrans	68
5.3.12	Humedal Cerro Chepe	69
5.3.13	Humedal Camino a Huachipato	69

5.3.14	Laguna La Señoraza	70
5.4	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales de las Cuencas	71
	Costeras entre río Biobío y río Manco	
5.4.1	Laguna Quiñenco	71
5.4.2	Humedal Coronel	71
5.4.3	Humedal Lomas Coloradas	72
5.4.4	Humedal Ruta 160	73
5.5	Humedales de las cuencas costeras entre Río Manco (incluido) y Río Laraquete	75
5.5.1	Humedal Colcura	75
5.5.2	Humedal Chivilingo	76
5.5.3	Humedal Entrada a Lota	76
5.6	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales de las cuencas del Río	78
	Carampangue	
5.6.1	Humedal Carampangue (costado río)	78
5.6.2	Humedal Ramadillas	79
5.6.3	Humedal Río Carampangue – Cementerio	80
5.6.4	Estuario Barrio Pescador	80
5.6.5	Humedal Estero el Molino - Laraquete	82
5.6.6	Humedal Sector Horcones	83
5.7	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales de las cuencas	84
	costeras Carampangue-Lebu	
5.7.1	Laguna Quelén Quelén	84
5.7.2	Humedal Estuario Locobe – Arauco	84
5.8	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales de cuencas costeras	86
	entre Río Carampangue y Punta Lavapié	
5.8.1	Humedal Tubul - Raqui	86
5.9	Humedales Cuenca Costeras entre Río Pingueral y Río Andalién	88
5.9.1	Humedal 18 de septiembre	89
5.9.2	Humedal Estero Collén	89
5.9.3	Tranque Tomé	90
5.9.4	Desembocadura del Estero Coliumo	90
5.10	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales en la Cuenca	91
	del Río Lebú	
5.10.1	Lago Lanalhue	91
5.10.2	Río Tirúa	92
5.10.3	Lago Lleu Lleu	93
5.11	Aspectos del estado de Conservación de los Humedales en la Cuenca	94
	del Río Itata	

5.11.1	Desembocadura Río Itata	94
5.11.2	Desembocadura Río Cobquecura	95
5.11.3	Desembocadura Río Pingueral	95
5.11.4	Humedal Sector Colmuyao	96
5.11.5	Laguna Avendaño	96
6.	PROPUESTA DE ACCIONES ESTRATÉGICAS REGIONALES PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN DEL BIOBIO	99
6.1	Políticas ambientales aplicables entorno al manejo y conservación de los humedales en Chile	99
6.1.1	Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable	99
6.1.2	Política Nacional de Áreas Protegidas	99
6.1.3	Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas	100
6.1.4	Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos	100
6.1.5	Política Ambiental de la Región del Biobío	100
6.2	Estado de la gestión y desafíos ambientales en la región del Biobío	103
6.3	Formulación de acciones estratégicas para el manejo y conservación de los humedales de la región del Biobío	104
6.3.1	Recuperación y/o restauración y manejo de la base natural de los humedales de la región con un índice de calidad “Muy malo” y “Malo”.	106
6.3.2	Impulso al manejo sostenible de los humedales con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida urbana, rural y la aplicación de los principios de producción limpia.	112
7	CONCLUSIONES	122
8	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXO 1: Levantamiento y Análisis de Información Secundaria Sobre Evaluación Ecológica en Humedales de la Región del Biobío	129
	ANEXO 2: Ficha para la aplicación del Índice de Estado de Conservación de Ecosistemas Lénticos Someros (ECELS), propuesto por la Agencia Catalana del Agua (2004), modificado para su aplicación en Chile.	130
	ANEXO 3. Principales sistemas naturales humedales identificados en la región del Biobío	134

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general de este proyecto es identificar las medidas para protección y uso sustentable de ambientes acuáticos para la región del Biobío, principalmente lacustres y costeros, que consideren actividades de manejo y/o restauración. Se propusieron prioridades de conservación de acuerdo a su importancia para la conservación de la biodiversidad, considerando también la dimensión social y económica.

Asimismo, se enmarca en lo establecido en la Estrategia Nacional de Humedales cuyo objetivo es promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile, como de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable, vinculado a uno de los ejes estratégicos de los “Programas para la conservación de Humedales de alto valor biológico bajo protección internacional y lucha contra la desertificación” y también con la Estrategia Nacional de la Biodiversidad la cual a su vez cumple con los requerimientos establecidos en la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar).

El estudio reúne la información relativa a los antecedentes de la región del Biobío, en cuanto a sus cuencas hidrográficas y sus humedales, al igual que información relativa a algunos estudios realizados en humedales ampliamente reconocidos como Los Batros, Chepe, Carriel Sur, Rocuant Andalién y Tubul Raqui. Se realizó un levantamiento de información secundaria y cartográfica y se efectuaron reuniones con municipios asociados como las comunas de Talcahuano, Hualpén, Concepción y San Pedro de la Paz, Arauco e instituciones como el Ministerio del Medio Ambiente y Universidad de Concepción.

El presente documento es el informe final el cual reúne los resultados señalados, se explica la metodología para el manejo adecuado de los sistemas de humedales de la Región del Biobío, se entrega la información relacionada con el estado de conservación de los humedales que han sido inventariados y visitados por el proyecto en terreno y, finalmente, se entregan lineamientos generales que deben ser abordados para su gestión.

1. INTRODUCCIÓN

Chile posee diversos tipos de humedales, desde la Cordillera de Los Andes hasta el océano y desde el norte a la zona austral del país. Estos ambientes son de alto interés nacional e internacional, y su importancia se relaciona no sólo con la biodiversidad que sostienen si no también con la gran variedad de bienes y servicios que ofrecen a las personas. Casi a partir de su primera relación con el hombre, los humedales han sido sometidos a diversas presiones, pasando por una etapa en la cual el hombre utilizaba recursos de los humedales para su subsistencia, hasta la intensiva explotación y descarga de residuos, lo cual ha determinado la consecuente degradación de estos importantes sistemas acuáticos, siendo uno de los impactos más importantes, la pérdida de la biodiversidad.

El término humedal se refiere a una amplia gama de hábitats que dependen del balance hídrico de una cuenca, que determina sectores saturados de agua, cuya relación con variables geomorfológicas del territorio, genera ambientes de baja energía hidrodinámica y por ende con una alta tasa de sedimentación. Se conforman así ecosistemas muy productivos, donde la vegetación tiene características adaptativas a ambientes húmedos, presentando un marcado gradiente de distribución, lo cual conlleva a que estos sistemas cuenten con una biodiversidad característica.

La agricultura, el desarrollo urbanístico e industrial, el turismo, la pesca, la acuicultura y la caza, son las principales causas de la pérdida y degradación en los humedales mediterráneos (Hollis and Finlayson, 1996). La región del Biobío no ha sido la excepción, la recopilación de información histórica ha permitido identificar el gran retroceso que han experimentado dichos sistemas en las últimas décadas. En este sentido cobra importancia cualquiera de las medidas destinadas a recuperar los sistemas degradados.

En la actualidad, el crecimiento de las superficies urbanas se ha localizado de manera preferencial sobre los humedales, por lo que estos han disminuido progresivamente, llegando a ocupar en la región del Biobío hacia el 2009, el 67% del área que cubrían en el año 1955. La tasa en que los humedales desaparecían era más bien lento, hasta en 1998 donde la tasa aumentó notablemente justificado por la construcción de la carretera inter-portuaria significando una división del ecosistema y con esta fragmentación generando la fragilidad del sistema y pronta desaparición (Figueroa *et al.*, 2009).

El área metropolitana de Concepción ha experimentado, en las últimas décadas, un progresivo crecimiento de su superficie urbana, llegando en el 2004 a superar en más del doble la superficie que poseía en el año 1976. Esta acelerada tasa de crecimiento lamentablemente no ha respetado las áreas que ofrecen gran variedad de servicios ambientales, como son los humedales, bosques y matorrales. El crecimiento urbano de la comuna no ha respetado estos ecosistemas provocando la reducción de su superficie en un proceso sostenido en el tiempo, con un incremento en su velocidad en los años 1998 a 2009 asociando directamente a las construcción con fines urbanos realizadas en estos últimos años (Figueroa *et al.*, 2009).

En el marco del proyecto “Diagnóstico y propuesta para la conservación y uso sustentable de los humedales lacustres y urbanos principales de la región del Biobío”, la presentación de este estudio tiene como objetivo aportar en el conocimiento de los humedales urbanos involucrados, aún cuando algunos de ellos se alejan de la urbe del Concepción Metropolitano, en cuanto a su estado de conservación y así como exponer una propuesta conceptual para definir prioridades en materia de gestión relativas a la conservación, restauración y planificación territorial (usos de los recursos naturales) y diseñar una propuesta técnica para la conservación de humedales en coexistencia con la intervención por proyectos de desarrollo (obras civiles, inmobiliarias, otras), a través de un modelo replicable.

A lo largo de la costa se identifican en el Catastro Regional (2008) cerca de 17 humedales de gran tamaño y 30 de menor superficie como Rocuant-Andalién, Lenga y Tubul-Raqui (González & Victoriano 2005). Alrededor de una decena están ubicados en las comunas de Concepción-Talcahuano-San Pedro, por ejemplo: Laguna Redonda, Laguna Grande y Chica de San Pedro, Lagunas Lo Galindo, Lo Méndez, lo Custodio, lo Pineda, y otros más pequeños; todos los lagos de esta zona son de origen fluvial y presentan una mezcla de vegetación acuática emergente y espacios abiertos. Varios de ellos se han incluido en la Estrategia Regional de Conservación de Humedales con la categoría de sitios prioritarios para resguardar la biodiversidad. Este estudio incorpora un mayor número al catastro y entrega algunas estrategias generales de conservación.

1.1. Delimitación de los humedales

Los humedales son un tipo de ecosistema que constituye una transición entre los ambientes terrestres típicos y los acuáticos profundos (lagos o mares) o de aguas fluyentes (ríos). Son entonces, conceptualmente, sistemas fronterizos, y de hecho en la naturaleza aparecen, en muchas ocasiones, en las fronteras o bordes entre el medio terrestre y el acuático, por ejemplo, las orillas encharcadas de un río o un lago, o bien un humedal costero formado entre la tierra y el mar. En estos casos pertenecen al tipo de unidades funcionales que en ecología se denominan ecotonos, es decir, áreas de transición, con personalidad propia desde un punto de vista ecológico entre dos ecosistemas diferentes. Sin embargo, en la mayoría de los casos los humedales no presentan esta disposición en bandas que se suceden desde el medio terrestre hasta el acuático profundo o fluyente, sino que constituyen formaciones azonales o aisladas, dando lugar a unidades más húmedas en un entorno seco. Tal es el caso de la multitud de áreas pantanosas, lagunas, charcas o, simplemente manchas de vegetación hidrófila que salpican el paisaje terrestre de muy diversas regiones del mundo. En todos los supuestos y desde el punto de vista funcional, los humedales mantienen su carácter fronterizo y cambiante entre la tierra y el agua, entre lo seco y lo húmedo.

No obstante, es importante tener en cuenta la variabilidad espacio temporal de los humedales. En este sentido, territorios que en un momento determinado reúnen todos los requisitos para ser un humedal, en una escala temporal más amplia y dependiendo del balance hidrológico anual o interanual, pueden coincidir mejor con sistemas terrestres, fluviales, lacustres o marinos. En la región del Biobío, se pueden diferenciar importantes sistemas fluviales como el río Biobío pero con un escaso desarrollo de vegetación palustre en su desembocadura, a diferencia del río Andalién que si posee un humedal mucho más desarrollado en su sector terminal e intermareal. Asimismo,

el río Biobío por el volumen de agua no presenta un estuario típico en su desembocadura, el cual se desarrolla inclusive entrando al mar (Parra, 1996). De modo que no podemos hablar de un humedal propiamente tal. Otro aspectos son los sistemas lacustres que obedecen a cuerpos de aguas más profundos como las Lagunas de San Pedro y urbanas de concepción Metropolitano que poseen algunas características de humedales asociados a sus riberas y en casos más importantes a sus evacuaciones naturales como el estero los Batros en San Pedro. No obstante estos ejemplos, la mayor vulnerabilidad se presenta en el caso de humedales tipo “pantanos” que en periodos de mayor sequía, comienzan a recibir múltiples usos no adecuados, no entendiendo que el período de sequía es parte del régimen hídrico del ecosistema. En el presente estudio la delimitación de los humedales se realizó teniendo en cuenta los criterios biofísicos, ecológicos, geográficos y socioeconómicos.

1.2. Importancia de los humedales urbanos

Se entiende por humedales urbanos aquellos que se encuentran dentro de los límites de ciudades, poblaciones y otras conurbaciones, en tanto, que los humedales periurbanos son los humedales colindantes con una zona urbana entre los barrios periféricos y las zonas rurales.

El humedal urbano surge como un nuevo paradigma en el contexto de la ecología y conservación de humedales y su relación con el desarrollo de las grandes ciudades como Concepción. Estos ecosistemas, antes considerados “obstáculos” para el desarrollo de las ciudades, hoy son apreciados como ecosistemas estratégicos por su gran valor ecológico, económico y cultural. Los humedales proveen una multiplicidad de bienes y servicios ecosistémicos. Cuando ellos son drenados para convertirlos en terrenos agrícolas o sitios urbanizados, tal conversión puede aparecer como un logro económico y de desarrollo en el corto plazo, pero en el largo plazo y aplicando un análisis más amplio, la conversión de humedales a usos agrícolas o urbanos representa generalmente pérdidas económicas.

El entorno natural del Área Metropolitana de Concepción (AMC) está fuertemente marcado por la presencia de humedales y marismas. Estos humedales están íntimamente relacionados con los ríos Biobío y Andalién, además de los múltiples sistemas lagunares del entorno. En este medio urbano, sus cubetas, cauces y riberas se han transformado en un sistema artificial que ha perdido su capacidad de drenaje a través del relleno y compactación (rellenos de la llanuras de inundación, fragmentaciones poco amigables como por e.g. autopista Concepción-Talcahuano, carretera que une autopista con Colon, y más recientemente carretera interportuaria) y canalizaciones entre proyectos inmobiliarios que conllevan una gran cantidad de alteraciones hidromorfológicas. En conjunto aumentan si pierden servicios ecosistémicos como la amortiguación de inundaciones como la ocurrida en el año 2006, con las consecuentes pérdidas y costos de la sociedad que debe asumir el estado, la pérdida en la calidad de las aguas y su efecto sobre el sistema costero adyacente, pérdida de hábitat para el desarrollo de flora y fauna acuática, por lo tanto pérdida de la biodiversidad de una zona considerada como un “hot post” de diversidad a nivel mundial

En el sentido de Girardet (1992), las ciudades son ecosistemas de metabolismo complejo, inmensos procesadores de alimentos, combustibles y materias primas cuyas conexiones y efectos se extienden por todo el planeta. Las ciudades desarrollan metabolismos complejos sin comparación con otras estructuras existentes, relacionándose en forma extensiva e intensiva,

horizontal y verticalmente por todo el planeta para obtener los productos que necesitan. Estos sistemas tienen la capacidad de transformar, cambiando materias naturales en objetos artificiales.

El metabolismo urbano es heterótrofo, depende de la producción primaria de otras partes del territorio y presenta un alto consumo de energía en el transporte. Esta energía viaja por fuera de los organismos vivos y se emplea en la construcción de infraestructuras y edificios, así como en el funcionamiento de los servicios. El medio urbano se caracteriza por presentar gran complejidad por la multiplicidad de artefactos portadores de cultura y de información. Se podría pensar que este escenario conduce a cierto nivel de “artificialización” de los humedales urbanos, a tal punto que es necesario llegar al manejo de cada uno de sus componentes estructurales y funcionales (e.g. flora, fauna dinámica hídrica).

Una pregunta que surge en este contexto es ¿qué caracteriza realmente a los humedales urbanos desde el punto de vista de su estructura y función, biodiversidad y servicios ambientales? Si bien es un aspecto conceptual en construcción y que requiere de investigación y mayor elaboración, la respuesta más sencilla sería que son humedales urbanos, porque han quedado inmersos en la ciudad, en la matriz urbana, rodeados de gente, su cultura y de sus necesidades; su entorno ha sido transformado por el crecimiento de la ciudad. El funcionamiento de un humedal urbano en buena medida es subsidiado y controlado por el metabolismo de la ciudad y el tránsito de sus aguas.

En este sentido los humedales urbanos presentan algunas particularidades de gran interés. En resumen, desde este punto de vista los humedales del AMC presentan algunas características comunes:

- i. Han quedado aislados y fragmentados en la matriz del paisaje de las llanuras de inundación de los ríos Biobío y Andalién y lagunas presentando muy baja conectividad.
- ii. Son ecosistemas naturales fuertemente transformados, rodeados por una matriz urbana en desarrollo y una problemática compleja de saneamiento ambiental y de asentamientos humanos que han invadido sus entornos, deteriorando su funcionamiento y procesos ecológicos. Proceso que se acrecienta día a día.
- iii. Son escenarios de un gran valor ecológico por sus funciones, bienes y servicios ambientales que se deben recuperar o rehabilitar para la conservación de la biodiversidad y para el disfrute de los ciudadanos.
- iv. Comienza a despertar un interés en el ciudadano común para su conservación, quienes son capaces de reconocer los servicios que ofrecen y la necesidad de protección.

1.3 Antecedentes históricos del Concepción Metropolitano

Armando Cartes (2005) reúne cuidadosamente algunos antecedentes históricos en su libro “Las Tres Pascualas: patrimonio natural y cultural de Concepción”, que permiten entender la actual expresión del Concepción urbano que más bien obedece a un crecimiento reactivo que a una unidad de planificación y mucho menos, un intento por conservar el patrimonio natural. Este autor señala, que en un segundo intento, Valdivia llegó a Concepción en 1550, fijando su campamento entre ambos ríos y entre lagunas de agua dulce, comenzando la batalla el 22 de febrero

..... “La segunda noche vinieron, pasado la media Della, sobre nosotros tres escuadrones de indios, que pasaban de veinte mil, con un tan grande alarido e ímpetu que parecía hundirse la tierra y empezaron a pelear con nosotros tan reciamente, que ha treinta años que peleó con diversas naciones de gente e nunca tan tesón he visto en el pelear éstos tuvieron contra nosotros...” (Edit. Andrés Bello, 1991).

Todo ocurrió entre la actual calle Camilo Henríquez y Plaza Acevedo, de donde la laguna Las Tres Pascualas es la única que subsiste. Barros Arana en 1884, ya señala que han sido desecadas gradualmente con el transporte de tierra y ripio de los cerros vecinos. En 1764, Concepción se establece en el Valle de la Mocha donde se reconoce la Laguna Gavilán a los pies del Cerrito Amarillo (entonces Cerro Gavilán) que conectaba con la Tres Pascualas y una tercera laguna a los pies del Cerro Chepe (probablemente laguna Los Negros). Los procesos desecación comienzan en 1787 con Ambrosio O’Higgins como intendente y durante todo el siglo XIX “como uno de los más preciados logros de la gestión municipal”, según señala Cartes (op cit) es consignado en los archivos consistoriales de 1890-1892. No obstante, hacia avanzado el 1900 las crecidas del Río Biobío aún cruzaban la ciudad a través de un corredor de las laguna Los Negros y Las Tres Pascualas hacia la Bahía de Concepción hasta juntar sus aguas con el río Andalién. Las Figuras 1, 2 y 3 muestran imágenes que marcan el desarrollo histórico de la ciudad que enmarca el proceso de drenajes, además del patrimonio natural y cultural perdido.

Esta situación fue cambiando el paisaje urbano, no solo desecando las lagunas y pajonales, sino eliminando los cerros que daban heterogeneidad al paisaje, situación que continua en franco desarrollo según se observa en diferentes proyectos urbanos y privados de mayor envergadura (Figura 4 y 5).

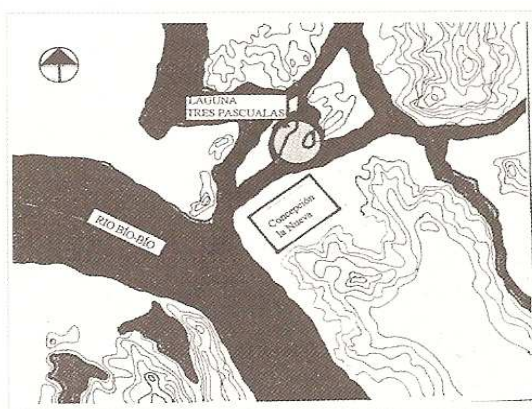
Calle Los Carrera. Revista *Chantecler*, 1910.

Figura 1. Lecho de inundación del río Biobío conectando sus aguas a través de una serie de lagunas y posterior evacuación en conjunto con el río Andalién a la Bahía Concepción (Rodrigo Lagos: Rol urbano de la Laguna Las Tres Pascualas). La calle los Carreras fue un canal de inundaciones inclusive hasta la década del 80. (Extraída de Cartes, 2005).



Laguna Las 3 Pascuales. Paseo natural en ñena Ciudad



Figura 2. Lagunas las Tres Pascualas en un contexto histórico (extraída de: <http://mallaproducciones.com/huellasterritoriales/index.php>).



Figura 3. Humedal entre el Biobío y el Andalién mostrando el actual desarrollo urbano (extraída de: <http://mallaproducciones.com/huellasterritoriales/index.php>).



Figura 4. Avance de proyectos en desarrollo donde los humedales urbanos se van perdiendo entre rellenos, compactación y nuevas construcciones.



Figura 5. Muestra una secuencia de eventos como el corte del cerro, relleno de un sector aledaño y la acumulación de agua con la consecuente pérdida de hábitat.

Actualmente la región de Biobío tiene una superficie de 37.068,7 km², representando el 4,9% del territorio nacional. La población regional es de 1.861.562 habitantes, y su densidad alcanza a 50,2 hab./km², equivalente al 13% de la población del país, siendo la segunda más poblada. La Región del Biobío cuenta con una superficie de humedales de 8994,34 ha y una superficie de cuerpos de agua de 49514,58 ha (UGIT GORE BIOBIO, 2010) asociadas a sus 13 cuencas hidrográficas. Los humedales urbanos del Concepción metropolitano (CONAMA, 2008) abarcan un área aproximada de 10.602 ha, de las cuales aproximadamente el 49,2 % corresponde a el gran humedal de Concepción del río Biobío; registrando un total de 61 ecosistemas de este tipo en las diez comunas mencionadas.

De acuerdo a Villagrán-Mella, et al. 2006, en la intercomuna Concepción –Talcahuano -San Pedro, más del 23% del área ocupada por humedales, se ha perdido en las últimas tres décadas. A través de un estudio sobre la diversidad de insectos, los autores determinaron que los factores más importantes en explicar los cambios en las asociaciones de estos insectos, fueron la fragmentación, homogenización, eutroficación y contaminación de los humedales. En la Figura 6 se presenta la delimitación de los humedales realizada por Villagrán-Mella et al, 2006. Mientras que la Figura 7 muestras los cambios en la cobertura de los humedales del área de Concepción entre los años 1975 y 2000 (Pauchard et al., 2006).

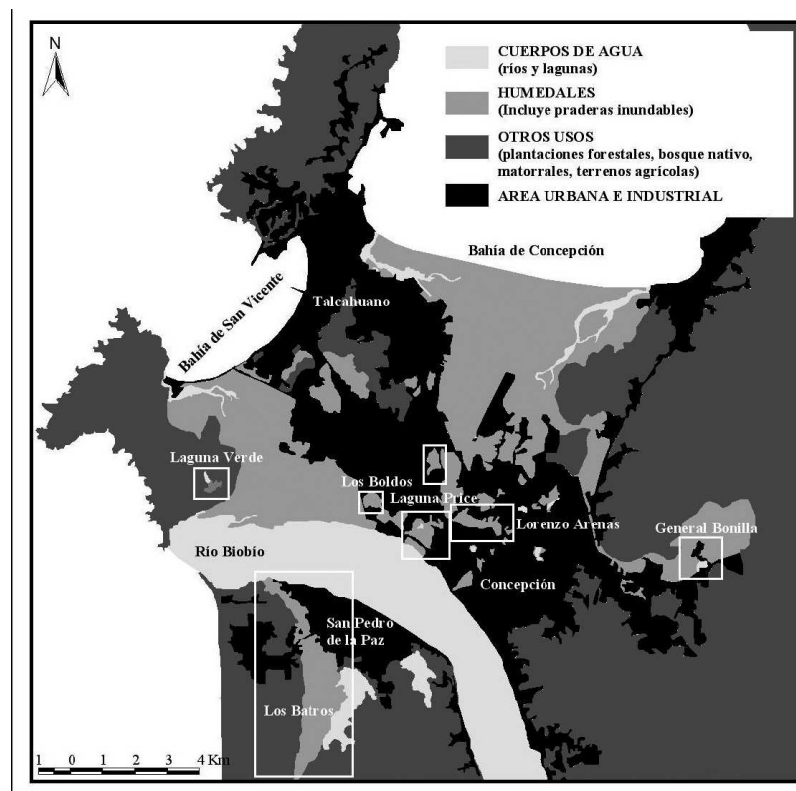


Figura 6. Humedales en la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro (tomado de Villagrán-Mella et al 2006).

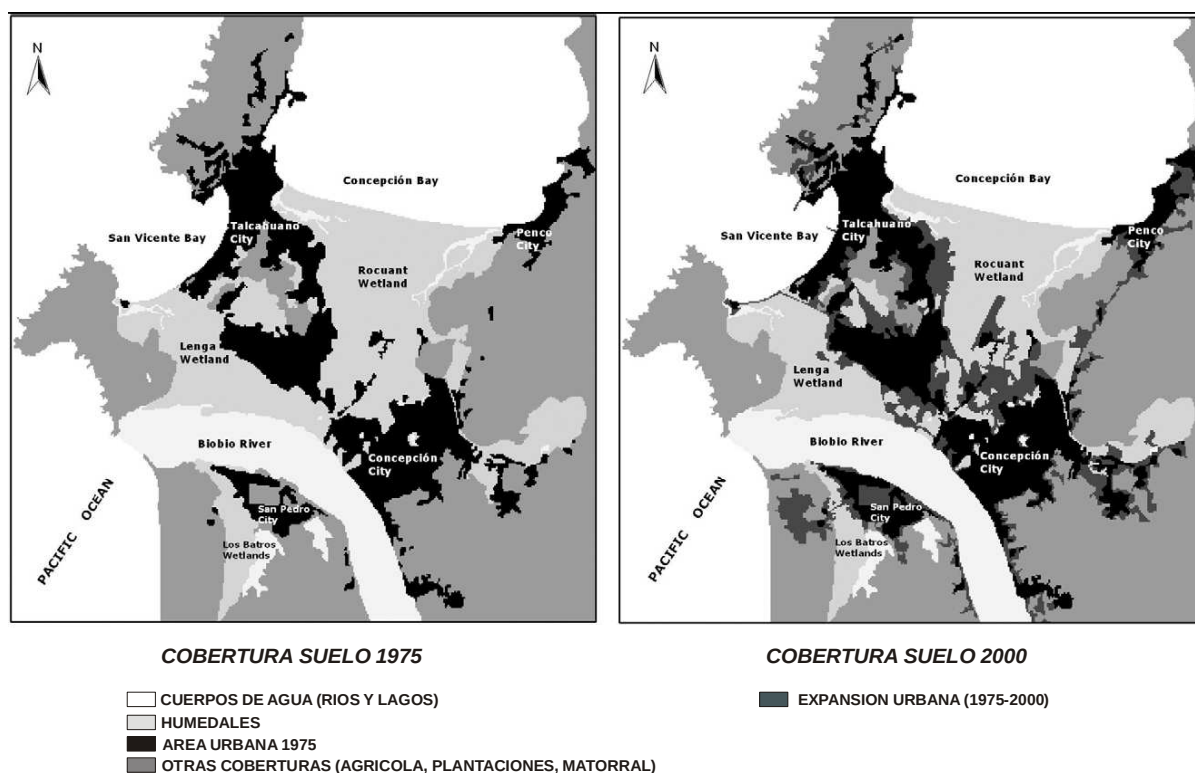


Figura 7. Cambio en la cobertura de los humedales del área de Concepción entre los años 1975 y 2000 (modificado de Pauchard et al., 2006).

Igualmente se muestran cambios significativos en el sistema Lagunar sector Lenga, entre los años 1975 a 2008 en cuanto el aumento de la expansión urbana e industrial según los análisis hasta ahora realizados por este proyecto (EULA, 2011), según como se muestra en la Figura 8.

La mayor cantidad de humedales urbanos del área de estudio realizado por la CONAMA, 2008, se encuentran en 4 comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro de la Paz) teniendo un total de 47 humedales con un 77 % del Total. En cuanto a su valoración por parte de la sociedad, el Humedal Río Biobío es el que presta mayores servicios ecosistémicos o que tiene mayor uso, le sigue el humedal de Lenga, Laguna Grande de San Pedro y Laguna Chica de San Pedro respectivamente. Dentro de los humedales menos valorados se encuentra el humedal camino peaje Chaimávida, humedales Laguna Price, Laguna Lo Pineda, Camino a Huachipato, San Andrés, Palomares, Cosmito, Cementos Biobío, Comaco, Entrada a Lota Schwager y tranque Tomé.

Mayor información respecto los estudios que han sido realizados en la región, han sido incorporados en el Anexo 1.

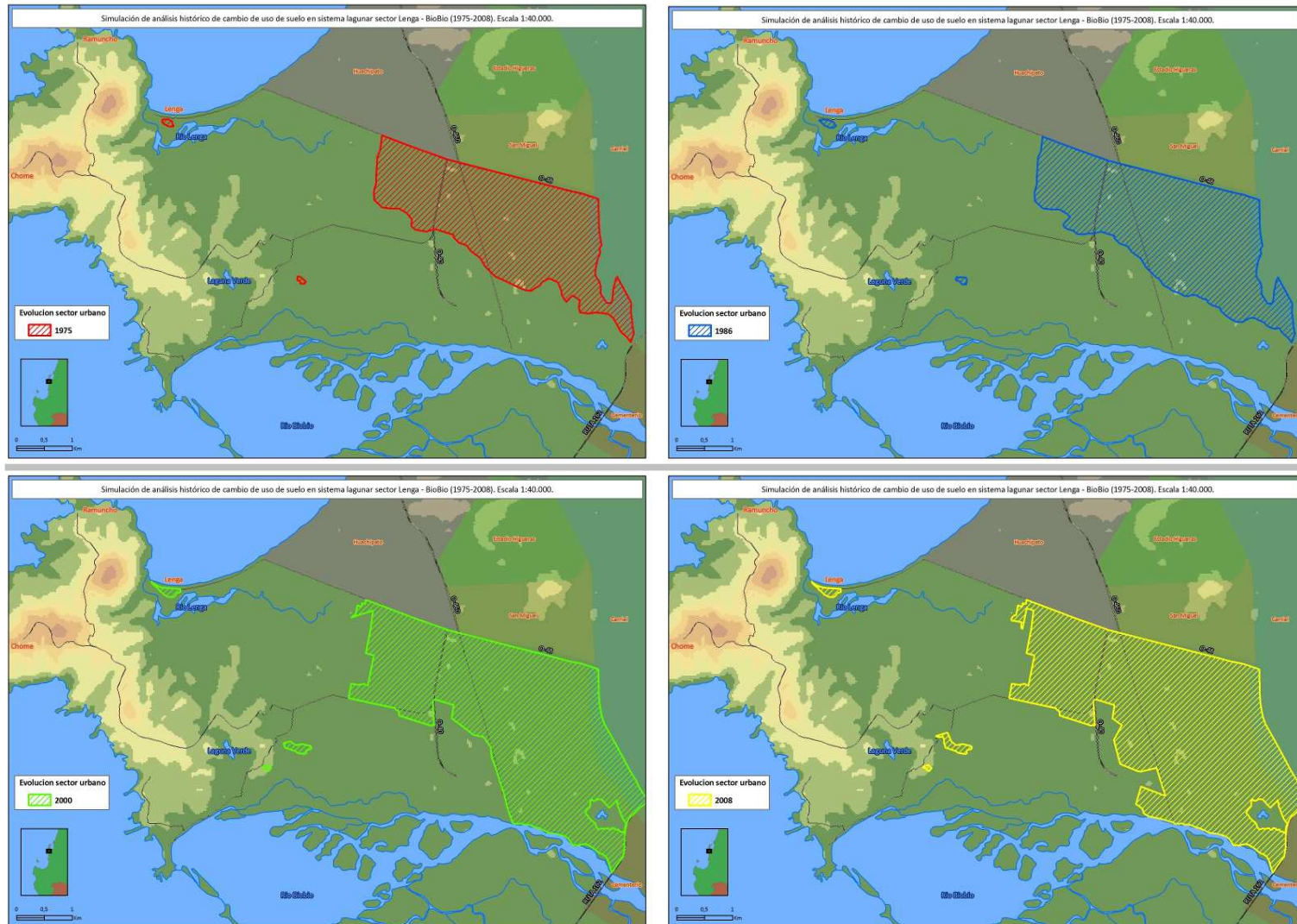


Figura 8. Simulación de análisis histórico de cambio de uso del suelo en sistema humedal de Lenga (1975 – 2008), Escala 1: 40.000

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar las medidas para protección y uso sustentable de ambientes acuáticos para la región del Bío-bío, principalmente lacustres y costeros, que consideren actividades de manejo y/o restauración. Proponer prioridades de conservación de acuerdo a su importancia para la conservación de la biodiversidad, considerando también la dimensión social y económica.

2.2.1 Objetivos específicos

- i. Identificar medidas de gestión que deben ser consideradas por los instrumentos de gestión territorial, para la conservación de los humedales de la región (ver estudio Ecotipos, CONAMA 2007).
- ii. Proponer medidas de manejo que hagan posible restaurar ambientes degradados, así como monitoreos mínimos para dar cuenta del estado de salud futura de los ecosistemas acuáticos.
- iii. Exponer las bases científico - técnicas que fundamenten la restauración de humedales, en particular de ambientes urbanos. Consolidar las oportunidades de mantener las características ecológicas de estos ecosistemas.
- iv. Desarrollar una propuesta local para los humedales prioritarios (definición regional en base a la Estrategia Regional de Biodiversidad), considerando la información desarrollada por el Ministerio del Medio Ambiente (entiéndase CONAMA, previo a Octubre 2010) en conservación de humedales, así como publicaciones científicas que aporten a dicha propuesta y la levantada por este estudio.
- v. Generar cartografía temática para los sistemas estudiados.
- vi. Desarrollar un taller con diferentes sectores para adecuar prácticas actuales que amenazan los humedales (Municipios, empresas, Servicios Públicos, ONGs).

3. ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL

3.1. Concepto de Humedal y clasificación de humedales

El término humedal se refiere a una amplia gama de hábitats que dependen del balance hídrico de una cuenca, formando así ecosistemas saturados por la existencia de un flujo importante de agua y en los cuales se establece una estrecha relación con los procesos ecológicos. Por otra parte, la generación de un humedal está íntimamente relacionado a las variables geomorfológicas del

territorio, que determinan ambientes de baja energía hidrodinámica y por ende de una alta tasa de sedimentación. Se conforman así ecosistemas muy productivos, donde la vegetación tiene características adaptativas a ambientes húmedos, presentando un marcado gradiente de distribución, lo cual conlleva a que estos sistemas cuenten con una biodiversidad característica.

En términos de gestión de ecosistemas, el humedal es considerado como un sistema ecológico o ecosistema para su estudio y manejo, es decir, una unidad funcional de la superficie del planeta, de casi cualquier magnitud, que procesa e intercambia energía y materiales, que se autoorganiza en el tiempo, y que está compuesto por elementos vivos, ligados por una trama de relaciones biofísicas de interdependencia (Ariza Nevado et al, 2002).

Los humedales se caracterizan por su capacidad de mantener su estructura, funcionamiento y dinámica, además de su capacidad para absorber el estrés generado por las perturbaciones de origen natural y/ humano (Montes et al, 1998; Westra et al, 2000). Esto significa que todos los componentes necesarios para mantener un determinado cuadro ecológico, están bien conservados y funcionan normalmente, generando un flujo sostenible de bienes y servicios a la sociedad (Ariza Nevado et al, 2002).

De acuerdo a lo anterior los criterios para la identificación y clasificación de los humedales dependen de las siguientes características (EULA, 2005):

- Patrones o criterios hidrológicos (origen del agua, duración y frecuencia de la inundación o de la saturación del suelo).
- Edafológicos (régimen hidromorfológico, evolución de la materia orgánica, lista de suelos hídricos).
- Geomorfológicos (procesos morfodinámicos, tasas de sedimentación, etc.)
- Biológicos (lista de plantas hidrófilas, índice de prevalencia, aves permanentes, pasajeras, mamíferos, etc).

Tres son los factores o componentes básicos que explican las diferencias entre humedales y otros tipos de ecosistemas acuáticos o terrestres; las características del agua, la cubeta (entendiendo por tal, tanto el modelado depresionario, que permite la retención, como el estancamiento y/o el alumbramiento del agua), y las formaciones superficiales (sedimentos y suelos) asociados al sistema húmedo y los organismos (Ariza Nevado et al, 2002).

En este sentido una buena clasificación para los humedales es la Dugan (1992) que encierra la diversidad de humedales conocidos (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de Humedales según Dugand (1992).

1. HUMEDALES MARINOS Y COSTEROS		
1.1. Marinos	1.1.1 Submareales	a. Aguas someras, desprovistas de vegetación b. Vegetación acuática submarina c. Arrecifes de Coral
	1.1.2. Intermareales	a. Costas marinas rocosas b. Playas con Piedras y cantos rodados c. Planicies intermareales inestables, sin vegetación d. Sedimentos intermareales cubiertos por vegetación
1.2. Estuarinos	1.2.1. Submareales	a. Aguas estuarinas
	1.2.2. Intermareales	a. Planicies intermareales, salinas, de barro y arena con escasa vegetación b. Pantanos intermareales salobres y dulceacuícolas c. Humedales boscosos de entre mareas
1.3. Lagunar		a. Lagunas salobres conectadas estrechamente al mar
1.4. Lago Salado		b. Lagos, Planicies o pantanos, permanentes o temporales
2. HUMEDALES CONTINENTALES		
2.1. Ribereños	2.1.1. Escorrentía Permanentes	a. Ríos y arroyos permanentes incluyendo cascadas b. Deltas inferiores
	2.1.2. Escorrentía Temporales	a. Ríos y arroyos estacionales e irregulares
	2.2.1. Lacustres Permanentes	a. Lagos de agua dulce permanente b. Estanques de agua dulce permanente
	2.2.2. Lacustres Estacionales	a. Lagos de agua dulce estacionales
2.2. Palustres	2.2.1. Emergentes	a. Pantanos y ciénagas de agua dulce permanente b. Pantanos de agua dulce que generan turba c. Pantanos de agua dulce estacionales d. Turberas e. Humedales andinos, incluyendo praderas de inundación f. Manantiales de agua dulce y oasis con vegetación g. Fumarolas volcánicas humedecidas por vapor de agua
	2.2.2. Boscosos	a. Pantanos de arbustos b. Bosques pantanosos de agua dulce (humedales boscosos) c. Turberas boscosas
2. HUMEDALES ARTIFICIALES		
2.1.	Acuicultura/Maricultura	a. Estanques para acuicultura b. Estanques
2.2.	Agricultura/ganadería	b. Tierras irrigadas, canales de drenaje y escurrimiento c. Tierras arables estacionalmente inundadas
3.3.	Áreas de almacenamiento de aguas	a. Reservorios de agua para consumo humano b. Represas hídricas con fluctuaciones regulares

Fuente: Dugand, 1992 en (Barrientos M. M, 2009)

Observaciones:

- Los Humedales artificiales no son contemplados en este estudio
- Dentro de la Clasificación de Humedales Marinos y Costeros de Dugand (1992), sólo se considerarán aquellos asociados a sistemas estuarinos y Lagunares (con una evidente conexión al mar).

3.2 Funciones y Valores de los Humedales

Los humedales cumplen funciones que brindan productos y tienen valiosos atributos, dentro de los cuales se encuentra el control de inundaciones y de la erosión, la retención de sedimentos y nutrientes, y la estabilización del clima. Entre los productos que brindan están: recursos forestales, vida silvestre, pesquerías, forraje, recursos agrícolas, abastecimiento de agua, recreación, turismo, educación.

3.2.1 Principales funciones de los humedales (Barrientos M. M, 2009)

- a. **Hidrológica:** Los humedales actúan como zona de recarga, almacenamiento y/o descarga de las aguas superficiales y subterráneas. Cuando se trata de humedales costeros, esta masa de agua dulce impide que el agua salada marina se introduzca tierra adentro.
- b. **Energética:** Los humedales tipo palustres captan la energía solar, las plantas absorben la energía solar y la transforman en materia, produciendo alimento que facilitan el comienzo de numerosas cadenas tróficas.
- c. **Exportador de biomasa:** Son un soporte indispensable para la vida acuática, encontrándose un gran número de especies vegetales que viven en el agua, así como también peces, anfibios y sobre todo una gran variedad de aves. Para los seres humanos el aprovechamiento de estos sistemas se da principalmente por la pesca.
- d. **Estabilización de microclimas:** La gran acumulación de vegetales que se produce en las áreas palustres favorece la transpiración de las plantas. Las raíces actúan como bombas de succión de los niveles freáticos y de los acuíferos subyacentes, traspasando agua en forma de vapor hacia la atmósfera, contribuyendo a mejorar el microclima, amortiguando la temperatura extrema e incrementando la humedad ambiental y las precipitaciones que se generan a alturas medias.
- e. **Control de la erosión y contaminantes:** Las plantas frenan la erosión hídrica y eólica de los suelos, también actúan como trampas de sedimentos y de nutrientes que lleva el agua, atrapando los contaminantes que van en los sedimentos, impidiendo su llegada a los estanques de agua, río y al mar.
- f. **Control de inundaciones:** Al encontrarse en zonas deprimidas, actúan positivamente frente a las inundaciones, se comportan como caja de expansión cuando hay crecida de ríos. La vegetación palustre y el efecto de presa y laminación de flujo, mitigan las crecidas al extenderse el agua sobre una gran superficie, perdiendo velocidad y capacidad erosiva.

- g. **Estabilización de la línea costera:** Los humedales costeros actúan en el equilibrio dinámico de la zona litoral, puesto que la colonización vegetal de los márgenes contribuye a estabilizar la línea costera y los estuarios.
- h. **Depurador de agua:** La existencia de suelos orgánicos y turbas, formados de restos vegetales sin descomponer, que se acumulan por la imposibilidad de las bacterias de asimilar tanta materia y poderla mineralizar, permite la depuración de las aguas. Los restos de turba bloquean las sustancias contaminantes y las inmovilizan, purificando las aguas.
- i. **Registro fósil:** Los lechos de los humedales permiten la conservación de restos arqueológicos (palafitos, naves, utensilios, momias), de vegetales fósiles (maderas, polen), permitiendo realizar estudios de reconstrucción ambiental.

3.2.2 Principales Valores de los Humedales (Barrientos, 2009)

- a. **Valor educativo:** Los humedales presentan un gran potencial educativo, ideal para actividades recreativas basadas en la interpretación de la naturaleza y de la cultura.
- b. **Valor Científico:** En los sedimentos queda registrada información geológica y ecológica, de los diversos sucesos especialmente del período Cuaternario, Pleistoceno y Holoceno. Los humedales costeros como los continentales aportan información sobre los cambios de nivel del mar y climáticos a través de estudios del polen y foraminíferos.
- c. **Valor para la biodiversidad:** Constituyen el hábitat de numerosas especies de flora y fauna y lugar de descanso y/o nido de muchas aves migratorias.

De las especies que conforman la ictiofauna continental de Chile, el 81% son endémicas de la provincia biogeográfica Chilena (Dyer, 2000) y el 40% se encuentran clasificadas en peligro de extinción (Campos *et al.* 1998). Latitudinalmente, la mayor riqueza de especies se presenta en sistemas fluviales y lacustres de la zona centro-sur, siendo los extremos norte y sur del país de baja riqueza específica. La amenaza biológica de mayor impacto es el efecto que ejercen las especies exóticas, de las que, en la mayoría, se desconoce su efecto sobre la ictiofauna nativa (Eula, 2005).

- d. **Valor económico:** Los humedales brindan servicios ambientales como agua, recursos pesqueros, aportan a la agricultura en disponibilidad de agua y retención de nutrientes, productos madereros, recursos energéticos, transporte, recursos silvestres, recreación y turismo.

e. Valor Social: Corresponde al valor e importancia que diversas poblaciones humanas le dan al recurso, para algunos el humedal puede ser una oportunidad económica o para otros es importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria.

3.3 Estrategia Nacional de Biodiversidad y Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile

Durante el año 2003 se aprobó la Estrategia Nacional de Biodiversidad, la cual en su línea estratégica de “Conservación y Restauración de los Ecosistemas”, considera la elaboración e implementación de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile, la cual fue aprobada por el Consejo Directivo de CONAMA a través de acuerdo No. 287/2005, así como también la conformación del Directorio de la Estrategia de Humedales, denominado Comité Nacional de Humedales.

El objetivo general de dicha estrategia es promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable, el cual está vinculado a uno de los ejes estratégicos de los “Programas para la conservación de Humedales de alto valor biológico bajo protección internacional y lucha contra la desertificación”.

Este punto busca cumplir los requerimientos establecidos en la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar), y la Convención de la Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, particularmente con la oficialización de los planes de acción respectivos y su puesta en marcha para avanzar en la conservación efectiva de estos ecosistemas y áreas de alta fragilidad.

Los objetivos específicos de la Estrategia Nacional de Humedales son:

1. Desarrollar una conducta de valoración ambiental, económica, social y cultural de los humedales,
2. Incrementar el conocimiento sobre los humedales
3. Implementar un marco de acción legal e institucional para lograr la conservación y uso sostenible de los humedales
4. Promover la participación del sector privado, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, pueblos originarios y comunidad en general en la conservación y uso sustentable de los humedales.
5. Desarrollar e implementar instrumentos de planificación y gestión participativa para la conservación y uso sustentable de los humedales prioritarios.
6. Reforzar la participación de Chile en el quehacer internacional y obtener los apoyos externos necesarios para el logro de esta estrategia nacional.

Cabe señalar que Chile adhirió a la Convención Ramsar desde 1980 (DS No. 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores). Comprometiendo su participación y asume responsabilidades en torno a la protección de estos ecosistemas a nivel nacional.

La Convención sobre Humedales es un tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971, en Ramsar (Irán) cuyo nombre oficial es “Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de Aves Acuáticas”. Con los años la convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y uso racional de los humedales en todos sus aspectos, reconociendo que estos ecosistemas son importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, en la actualidad se denomina como “Convención sobre los Humedales”, RAMSAR 2006. Hasta hoy los estados miembros han designado mas de 1872 humedales con una superficie de 190.137.363 ha. para su inclusión en la lista y protección especial como “Sitios Ramsar” (Ramsar convention). Chile ha comprometido ante esa Convención la protección de 12 humedales, cubriendo actualmente un total de **358.989 ha**, de la cuales ninguno de ellos esta en la región del Biobío (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de humedales chilenos de importancia internacional (RAMSAR 2011).

Nombre	Designación	Región	Área (ha)	Coordenadas
Bahía Lomas	06/12/04	Magallanes	58.946	52°38'S 69°10'W
Carlos Anwandter Sanctuary	27/07/81	Los Lagos	4.877	39°41'S 73°11'W
Humedal el Yali	02/12/96	Valparaíso	520	33°50'S 71°38'W
Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa	02/12/96	Atacama	62.460	27°27'S 69°13'W
Parque Andino Juncal	22/05/10	Valparaíso	13.796	32°55'S 70°03'W
Salar de Aguas Calientes IV	14/08/09	Antofagasta	15.529	24°59'S 68°38'W
Salar de Pujsa	14/08/09	Antofagasta	17.397	23°11'S 67°32'W
Salar de Surire	02/12/96	Arica y Parinacota	15.858	18°51'S 69°00'W
Salar de Tara	02/12/96	Antofagasta	96.439	22°56'S 67°15'W
Salar del Huasco	02/12/96	Arica y Parinacota	6.000	20°18'S 68°50'W
Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí	02/02/04	Coquimbo	34	31°53'S 71°30'W
Sistema hidrológico de Soncor del Salar de Atacama	02/12/96	Antofagasta	67.133	23°18'S 68°10'W

4. METODOLOGÍA PARA EL MANEJO DE HUMEDALES: DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES

Las actividades contenidas en el presente informe corresponden a aquellas realizadas para dar respuesta al modelo conceptual propuesto para la evaluación, diagnóstico y manejo de los humedales prioritarios de la Región del Biobío (Figura 9), que consta de dos etapas:

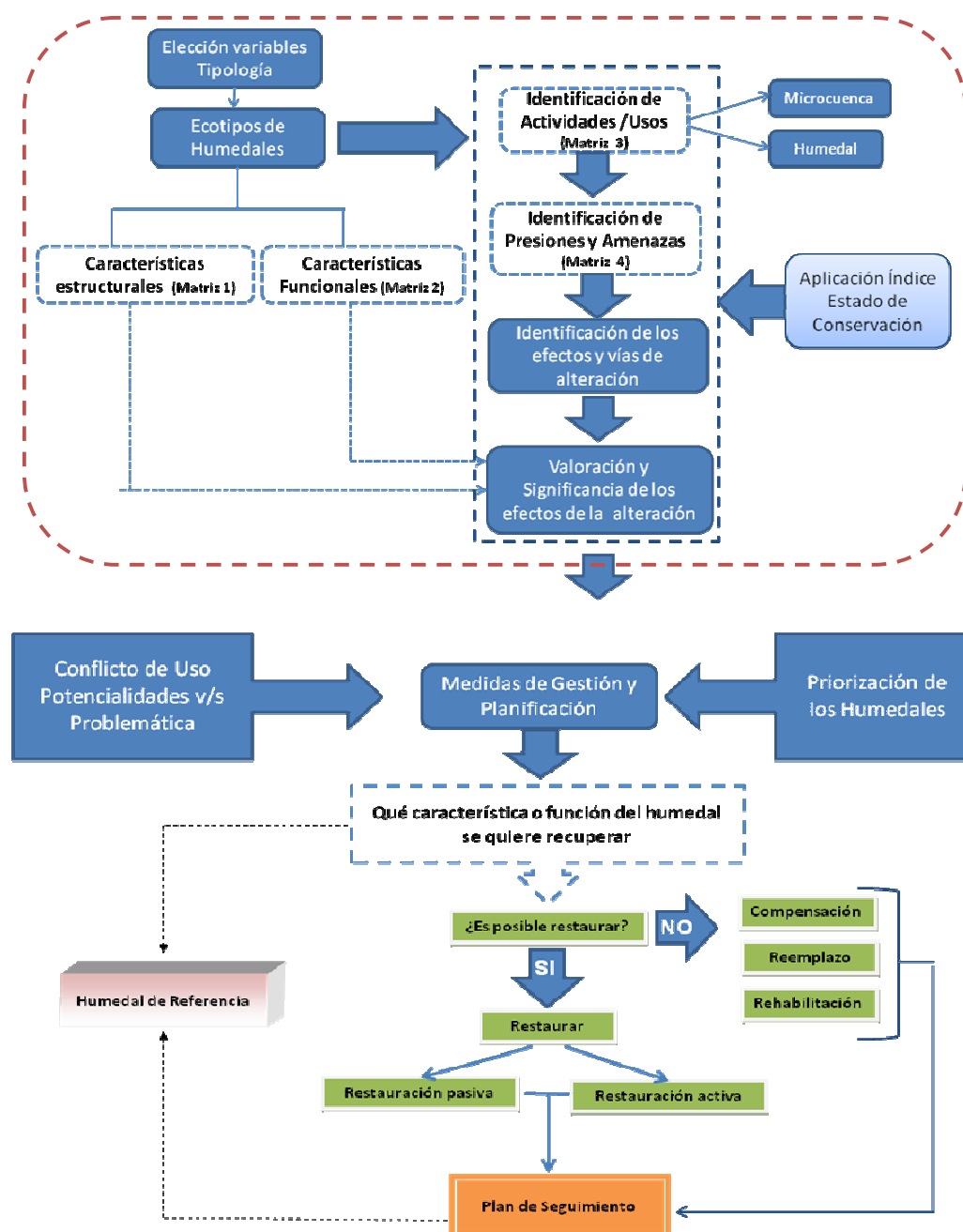


Figura 9. Modelo Conceptual que explica la metodología para la gestión y el manejo de humedales.

4.1. Etapa de diagnóstico de la problemática

Esta primera etapa contempla la recopilación de información primaria y secundaria de tal manera de obtener la situación del estado de cada humedal.

4.1.1. Tipificación de los humedales de la Región de Biobío

Con el fin de ajustar la tipología de humedales descritas en la clasificación aceptada por el comité Nacional de Humedales de Chile basada en la descripción de ecotipos, se seleccionaron variables a nivel de subcuenca del humedal (Geología, Área, Perímetro, Uso de Suelo (como variable antrópica)) y de humedales para definir las tipologías para la región del Biobío.

Para disminuir la influencia de las variables geológicas y de uso del suelo dentro de la generación de los ecotipos, se realizó un análisis de Componentes Principales, del cual se crearon cuatro nuevas variables (Factor 1 y 2; Figura 10, Tabla 3). Adicional a estas nuevas variables canónicas se utilizó el área y perímetro de la subcuenca para probar *a priori* la configuración de 2, 3 y 4 ecotipos (Tabla 4). Se determinó que la configuración de tres ecotipos es la que mejor discrimina las diferentes subcuencas en las cuales se localizan los humedales, pues considera como relevante las variables asociado a tamaño y geología, excluyendo los usos de suelo. Seguidamente, utilizando la altitud y la distancia al mar de cada humedal se aplicó un análisis de cluster dentro de cada ecotipo, para lo cual se generó una matriz de semejanza a partir de la distancia euclidiana entre cada par de humedales. Sin embargo, por la carencia de variables discriminatorias, se descartó este análisis, dado su poco poder de resolución dentro de cada uno de los ecotipos, debido especialmente el bajo número de variable para cada subcuenca y a nivel de humedal (altitud, distancia al mar), no permitiendo una buena discriminación dentro de los ecotipos generados.

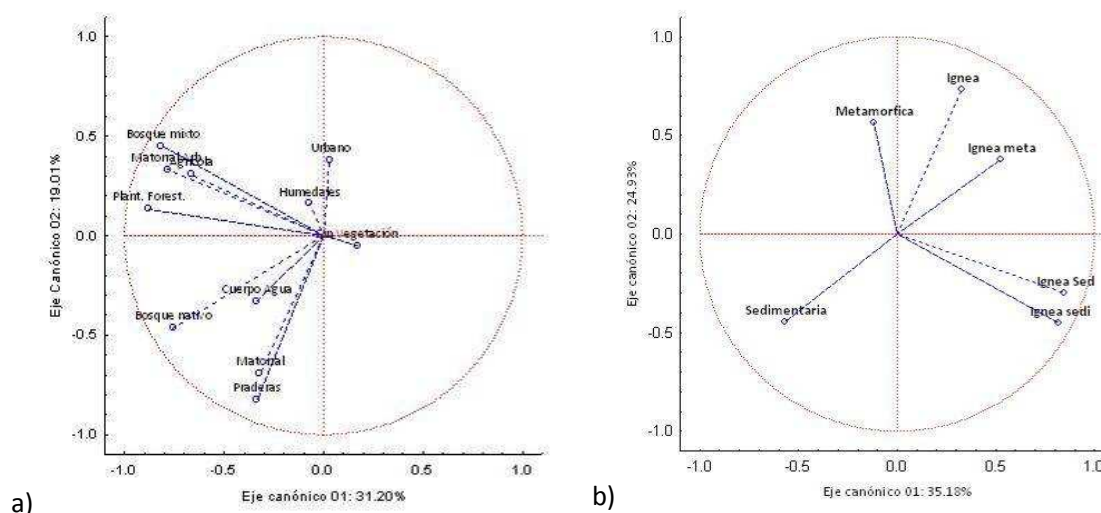


Figura 10. Análisis de Componentes Principales para las variables a) uso del suelo y b) geología.

Tabla 3 Aporte de las variables a cada uno de los factores conformados según el conjunto de variables uso del suelo y geológicas.

Aporte de las variables					
Uso del suelo (%)			Geológicas %		
	Factor 1	Factor 2		Factor 1	Factor 2
Area sin vegetación	0.83	0.12	Ignea	5.01	36.08
Bosque mixto	19.34	9.79	Ignea meta	13.07	9.66
Bosque nativo	16.68	10.32	Ignea sedi	31.86	13.63
Cuerpo Agua	3.28	5.19	Metamórfica	0.69	21.49
Humedales	0.15	1.23	Sedimentaria	15.38	13.18
Matorral	3.03	23.12	Ignea Sedimentaria	33.99	5.96
Matorral arborescente	18.01	5.32			
Plantaciones forestales	22.43	0.85			
Praderas	3.28	32.57			
Agrícolas	12.94	4.61			
Urbano	0.03	6.89			

Tabla 4 Configuración de la obtención de 2, 3 y 4 ecotipos y las variables que las explican (según tabla 3).

Variables que explican la configuración de dos grupos				
Paso		Tolerancia	F para salir	Lambda de Wilks
1	Uso_Factor SINMIN1	1.000	33.074	
2	Uso_Factor SINMIN1	.990	13.629	.504
	Geo_Factor SINMIN2	.990	5.376	.377
3	Uso_Factor SINMIN1	.886	16.350	.399
	Geo_Factor SINMIN2	.835	8.960	.313
	Uso_Factor SINMIN2	.748	7.300	.294
Variables que explican la configuración de tres grupos				
Paso		Tolerancia	F para salir	Lambda de Wilks
1	AREA (KM ²)	1.00	66.568	
2	AREA (KM ²)	.427	37.702	.308
	PERIMETRO K	.427	9.919	.125
3	AREA (KM ²)	.401	36.337	.165
	PERIMETRO K	.330	13.766	.082
	Geo_Factor SINMIN2	.430	7.630	.059
Variables que explican la configuración de cuatro grupos				
Paso		Tolerancia	F para salir	Lambda de Wilks
1	AREA (KM ²)	1.00	77.151	
2	AREA (KM ²)	.930	78.370	.389
	Uso_Factor SINMIN2	.930	9.925	.072
3	AREA (KM ²)	.587	26.327	.045
	Uso_Factor SINMIN2	.357	29.230	.049
	PERIMETRO K	.358	13.035	.026
4	AREA (KM ²)	.535	25.720	.020
	Uso_Factor SINMIN2	.290	34.359	.026
	PERIMETRO K	.356	11.952	.011
	Geo_Factor SINMIN2	.552	6.567	.008

4.1.2. Identificación de las características estructurales y funcionales según tipología de humedal

Como primera etapa se identificaron las características estructurales y funcionales que definen cada tipología de humedal. Entendiéndose que los **componentes estructurales** de un hábitat son las características físicas, químicas y biológicas que definen el hábitat (Tabla 5). En tanto que los **componentes funcionales** de un hábitat son los procesos que ocurren dentro, y entre, hábitats como resultado de sus componentes estructurales (Tabla 6).

Tabla 5. Matriz de características estructurales que definen a los humedales según su tipología.

Características Estructurales	Estuarios	Lacustres	Palustres	Ribereños
Biológicas				
Hábitat creado por vegetación	X	X	X	X
Físicas				
Tamaño de grano	X	X	X	X
Batimetría/Topografía	X	X	X	X
Turbidez	X	X		
Forma de la cubeta		X		
Tipo de canal				X
Superficie/Perímetro	X	X	X	
Elevación, pendiente	X	X	X	X
Hidrológicas				
Régimen de caudales	X			X
Velocidad de la corriente	X	X	X	X
Régimen mareal/Hidroperíodo	X	X	X	X
Entradas de agua (superficiales y subsuperficiales)	X	X	X	X
Químicas				
Concentración de nutrientes	X	X	X	
Salinidad , pH, REDOX, OD	X	X		

Tabla 6. Matriz de características funcionales que definen a los humedales según su tipología.

Características Funcionales	Estuarios	Lacustres	Palustres	Ribereños
Biológicas				
Contribución a la productividad primaria	X	X	X	X
Fuente de alimentación	X	X	X	X
Proporciona zonas de cría	X	X	X	X
Proporciona refugio	X	X	X	X
Soporta una estructura trófica compleja	X	X		
Contribuye a la biodiversidad	X	X	X	X
Contribuye a la producción de biomasa	X	X	X	X
Hidrológicas				
Físicas				
Afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión	X	X		X
Control de Inundaciones	X	X	X	X
Reduce la erosión potencial	X			
Reduce la energía del oleaje	X			
Recarga de acuíferos	X	X	X	X
Mantenimiento conectividad ecosistémica	X	X	X	X
Químicas				
Modifica la calidad química del agua	X	X		X
Contribuye al ciclo de nutrientes	X	X	X	X

4.1.3. Identificación de las actividades y usos en los humedales

Posteriormente, en base a un inventario de actividades y usos que se realizan en la cuenca y en el propio humedal (subcuenca) se identificaron las presiones seleccionando los respectivos indicadores de efectos (alteraciones), donde se realizó una valoración de efectos según su grado de significancia (alta, media, baja) de acuerdo a las características estructurales y funcionales de cada humedal.

4.1.4. Aplicación del Índice de Estado de Conservación de Humedales

Paralelamente, con el fin de tener una medida cuantitativa del estado de cada humedal se aplicó una modificación del Índice de Estado de Conservación de Ecosistemas Lenticos Someros (ECLS), propuesto por la Agencia Catalana del Agua (2004). Finalmente, según la valoración, se seleccionó la forma de intervención en cada humedal.

El Índice del Estado de Conservación de Ecosistemas Lenticos Someros (ECELS), propuesto por la Agencia Catalana del Agua (2004), se estructura en 5 bloques, donde se valoran aspectos relacionados con la morfología del humedal; construcciones, infraestructuras y usos humanos; aspecto del agua; vegetación de helófitos y vegetación sumergida y flotante (Ver ficha en el anexo 2).

El bloque 1, valora la pendiente de la franja litoral y es modulada (corregida) por la presencia de aterramientos o rellenos que alteran dicha franja. El mayor valor para este bloque (20 puntos) se obtiene cuando la pendiente es < del 25 %.

El bloque 2, valora las alteraciones provocadas por construcciones, infraestructuras como carreteras, extracciones de agua o usos humanos del territorio que afectan significativamente al humedal. El valor máximo para este bloque 20 puntos.

El bloque 3, se refiere al aspecto del agua, de forma cualitativa, valorándose el olor y el color. El valor máximo para este bloque 10 puntos.

El bloque 4, analiza la vegetación de helófitos de la franja litoral, puntuando de forma positiva la ocupación de la comunidad vegetal de toda la franja y la diversidad de especies. Por el contrario, se penaliza, la dominancia de alguna planta sobre las demás. Se valora también la temporalidad del agua. Máxima puntuación 30 puntos.

Finalmente, el **bloque 5** analiza la vegetación sumergida y flotante, la cantidad y cobertura de cada una de ellas en el humedal. Se modula y corrige por la dominancia de alguna de las formaciones. El máximo es 20 puntos.

Integración de los resultados

El valor final, se obtiene de la suma de los bloques y se valora su calidad en 5 clases calidad:

- Muy Buena: entre 80-100
- Calidad Buena: entre 60-80
- Calidad Media: entre 40-60
- Calidad Mala: entre 20-40
- Calidad Muy Mala: entre 0-20

4.2. Etapa de planificación e implementación de medidas de gestión y manejo de los humedales

Una vez identificada la problemática en cada humedal se procedió a planificar acciones más convenientes para cada caso.

4.2.1. Establecimiento de prioridades para la conservación y para la restauración: Priorización de los humedales

Para la priorización de los sistemas, se tomará en consideración los resultados de **a)** la valoración y significancia de los efectos de las alteraciones **b)** la aplicación del índice de Estado de Conservación y **c)** los conflictos de uso de cada humedal.

4.2.2. Propuesta de criterios para la elección de humedales de referencia

La designación de dichos sitios se debe realizar para cada uno de los ecotipos reconocidos, de modo de tener un sistema (humedal) de referencia, que pueda servir como objetivo o punto al cual se pretenderá llegar con las medidas de recuperación implementada para aquellos humedales más intervenidos y que se quieren restaurar. A su vez será un sitio de referencia para evaluar el éxito de la restauración. A continuación, se presenta una propuesta de criterios para la identificación de sitios de referencia dentro de un contexto urbano:

- Descripciones ecológicas, listas de especies y mapas del sitio antes de ser intervenido, si no es posible conseguir esto, se busca otro humedal de la misma tipología que presente características similares;
- Fotografías históricas y recientes, tanto aéreas como terrestres;
- Buen estado ecológico (Resultado de la Aplicación del Índice de Estado Ecológico);
- Remanentes del sitio que se ha de restaurar que indiquen las condiciones físicas anteriores y la biota;
- Descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares.

No obstante, se reconoce la falta de información para definir los criterios antes mencionados que pueda ser recolectada por humedal específico, la valoración ecológica (ECLS es un buen indicador del estado de referencia.

4.2.3. Implementación de medidas de gestión para los humedales

Los humedales de la región del Biobío presentan una alta vulnerabilidad debido a las presiones a las que han sido sometidos por el alto crecimiento urbanístico e industrial que ha experimentado la región. Muchos humedales ya han desaparecido o están en franco retroceso, perdiendo probablemente la funcionalidad que cumplían en un comienzo, siendo hoy en día sitios utilizados para diversos usos como lo son: sitios urbanizables, vertederos clandestinos, lugares de cría y plantación de especies de interés comercial, entre otros. En términos generales, los humedales son sistemas con una alta resiliencia, entre ellos los estuarios son un ejemplo, debido a la gran dinámica temporal que presentan, no obstante, sistemas de humedales más estables en términos ecológicos, como los palustres de interior, son sistemas con menor resiliencia y en los que probablemente se tenga que hacer mayor esfuerzo para su restauración. Sin embargo, muchas

veces la mejor alternativa puede ser eliminar, en el caso de ser posible, la causa de la alteración en el humedal. Para plantear la mejor alternativa de gestión a implementar en los humedales es importante reconocer en el siguiente orden jerárquico:

- Reconociendo las relaciones causa/efecto;
- Eliminando las fuentes de alteración contaminantes o especies invasoras;
- Restaurando los procesos naturales de los ecosistemas (*i.e.* flujos de agua);
- Favoreciendo la re-introducción de especies nativas;
- Restaurando los hábitats dañados relaciones causa efecto.

Es importante tener presente que la primera actuación, siempre, tiene que ir dirigida al control de la causa (fuente de alteración), siendo el objetivo principal de la restauración llegar a recuperar la funcionalidad, y no sólo reconstruir la estructura.

i. Medidas de recuperación y restauración ecológica

La necesidad de controlar la degradación de los humedales, además del reconocimiento de los beneficios asociados a su rehabilitación o recuperación ecológica, ha dado lugar a la puesta en marcha de numerosos proyectos en todo el mundo (Convención Ramsar, 2002). En restauración ecológica de humedales son pocas las certezas y muchas las incertidumbres.

La Sociedad de la Ecología de la Restauración (SER, 2004), establece la diferencia entre rehabilitar y restaurar en sus metas y estrategias; la primera hace énfasis en la reparación de procesos del ecosistema, productividad y servicios, entre tanto, las metas de restauración incluyen además el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad.

En consecuencia, se deben precisar tres términos clave que hacen parte de la ecología de la restauración y actividades relacionadas que corresponden a:

i) Restauración ecológica: Está enfocada aquellos procesos que se orientan a la intervención de las dinámicas sucesionales y su aplicación se basa en tomar como referencia un ecosistema predisturbio para restablecer la estructura, el funcionamiento, la diversidad y las dinámicas de un ecosistema específico y lograr que éste sea capaz de autosostenerse. En el sentido estricto del término, es la reconstrucción total de las condiciones previas a un disturbio incluyendo las condiciones físicas, químicas y biológicas, y que pretende regresar a las condiciones originales naturales de un ecosistema. Los sistemas de restauración se pueden dar por la vía pasiva o activa:

a) Pasiva: Recuperación Espontánea

En este caso, la restauración solo se producirá después de que la fuente de estrés (causa) haya cesado y dependerá de la: Resiliencia/Recuperabilidad, adaptación y capacidad de carga del sistema.

Recuperabilidad: Habilidad de un hábitat, comunidad o individuo para reparar un daño producido por un factor externo (Elliot, 2007).

Resiliencia: Habilidad/Rapidez de un ecosistema para retornar a su estado original después de ser alterado (Pimm, 1984).

Adaptación: Procesos y estrategias de las comunidades biológicas para mejorar su resiliencia o reducir su vulnerabilidad a los cambios del ecosistema (Elliot *et al.*, 2007).

b) Activa: Recuperación inducida

Este tipo de restauración, primero se aborda la restauración de los componentes estructurales del hábitat (características biológicas, físicas y químicas) y después la restauración de los componentes funcionales y procesos.

ii) Rehabilitación ecológica: Se dirige al establecimiento de escenarios capaces de albergar los sistemas ecológicos naturales; aplicándose el término a los proyectos en los cuales la meta de intervención busca recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin que necesariamente se intente completar una restauración ecológica a una condición específica previa de un ecosistema predisturbio.

iii) Recuperación: Aborda el desarrollo de trabajos en sitios severamente degradados (p. e. tierras afectadas por minería a cielo abierto, construcción a gran escala, etc.) e implica, la mayoría de las veces, ***un cambio en el uso original del sitio afectado***; la Sociedad de Ecología de la Restauración (SER 2004), incluye entre sus principales objetivos la estabilización de terrenos, la seguridad pública y el mejoramiento estético.

ii. Impactos y Amenazas para los humedales de la región del Biobío.

Los factores de tensión son múltiples, y a menudo no se puede indicar solo una única causa en la degradación de un humedal determinado, sino que hay que considerar la interacción de muchas variables, que actúan de forma directa o indirecta, implicando la pérdida o degradación de su superficie. Simplificando, se puede hablar de cuatro tipos principales de factores de tensión o causas de degradación y/o desaparición de humedales: 1) aquellas que implican la alteración directa de las cubetas o canal, 2) las que suponen alteraciones en el régimen hídrico e hidroperíodo del humedal, 3) las que traen consigo alteraciones en la calidad de las aguas, 4) y las alteraciones sobre la estructura de las poblaciones y comunidades biológicas que forman parte del sistema de interrelaciones que constituyen el ecosistema humedal (Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Matriz de servicios y usos de los humedales según su tipología.

Servicios y Usos/Actividades	Estuarios	Lacustres	Palustres	Ribereños
Diversidad paisajística	X	X	X	X
Educación ambiental	X	X	X	X
Recreación/Turismo	X	X	X	X
Receptor de efluentes domiciliarios	X	X		X
Extracción de Recursos hidrobiológicos	X	X		X
Abastecimiento de agua potable		X		
Pesca recreativa	X	X		
Deportes náuticos				
Cuerpo receptor de efluentes industriales	X			
Riego de parques y jardines		X		X
Extracción de áridos				X
Extracción de agua	X	X		X
Agricultura	X		X	X
Zona de localización de urbanizaciones	X	X	X	X

Tabla 8. Matriz de efectos y alteraciones sobre los distintos tipos ecológicos de humedales de la región del Biobío (principales causas de la desaparición y degradación de humedales).

Efectos/Alteraciones	Estuarios	Lacustres	Palustres	Ribereños
Alteraciones físicas				
Dragado/Relleno	x	x	x	x
Ocupación (Construcciones)	X	X	X	X
Pérdida de hábitats	X	X	X	X
Colmatación	X	X		
Alteraciones hidrológicas				
Retención de sedimentos	X		X	X
Reducción de caudal	X			X
Pérdida de permeabilidad	X	X	X	X
Modificación de red hidrográfica	X	X	X	X
Modificación hidrología e hidrodinámica (Diques)	X	X	X	X
Alteración en la calidad de agua				
Residuos Sólidos	X	X	X	X
Residuos Líquidos	X	X	X	X
Escorrentía	X	X	X	X
Erosión-Sedimentación	X			X
Alteración en las comunidades				
Introducción sp. exóticas	X	X	X	X
Sobreexplotación				
Cambios en las comunidades	X	X	X	X

5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del índice del estado de conservación con su descripción de los 71 humedales identificados en la región del Biobío (Figura 11). Su descripción se realizó en relación a la cuenca o subcuenca que los contienen.

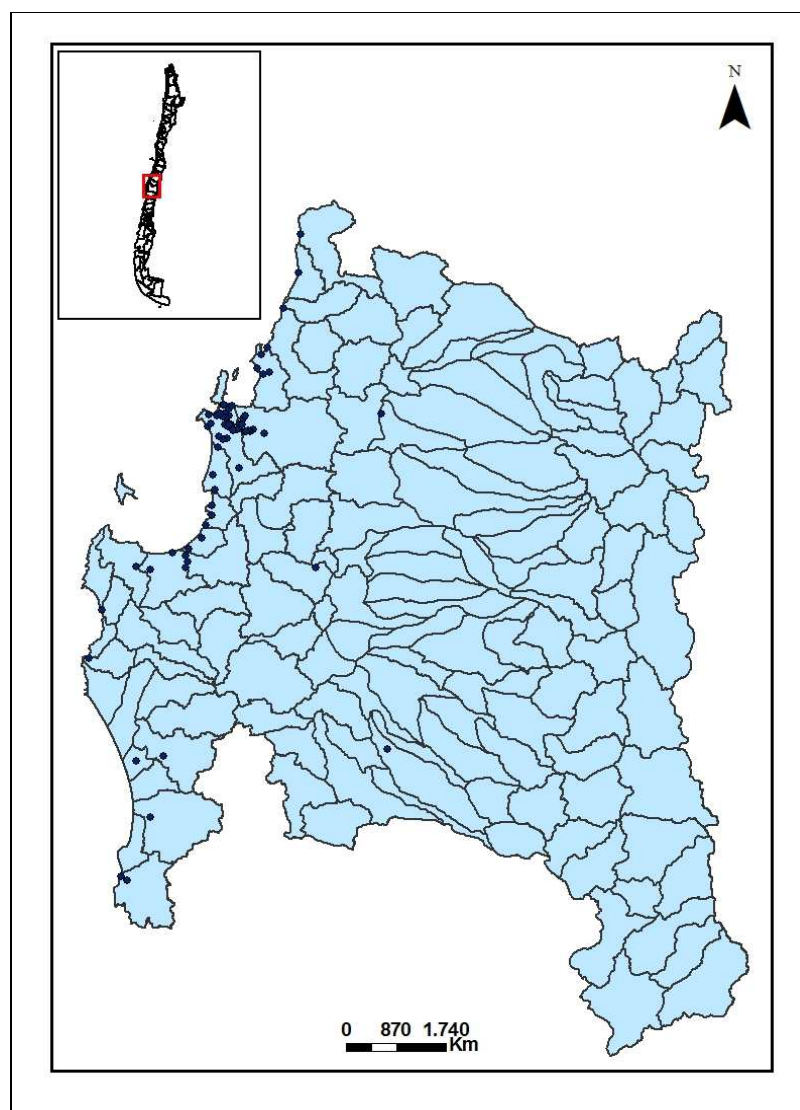


Figura 11. Ubicación geográfica de los humedales identificados en la región del Biobío.

5.1 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en la cuenca del río Andalién (Tabla 9)

Tabla 9. Listado de humedales identificados en la Subcuenca del Río Andalién con su respectivo resultado de la aplicación del índice de estado de conservación.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Canal El Morro	Estuario en la parte final de la cuenca	20	Muy Mala
Carriel Sur	Palustre	36	Mala
Canal Ifarle	Ribereño /Marisma sector terminal (Morro)	25 y 40	Mala
Laguna Lo Pineda	Lacustre	55	Media
Río Andalién	Ribereño	12	Muy Mala
Palomares	Palustre	42	Media
Camino Peaje Chaimavida	Palustre	22	Mala
Collao	Palustre	32	Mala
Vegas de Nonguén	Ribereño	17	Muy Mala
La Greda	Lacustre	35	Mala
Carriel Norte	Palustre	57	Media

5.1.1 Marisma Rocuant – Andalién

Dentro de los ecosistemas acuáticos costeros de la Comuna de Talcahuano se encuentran las marismas de Rocuant y río Andalién, en la Bahía Concepción. Estos sistemas constituyen el último eslabón de un largo proceso fluvio-marino, con el cual se configura la línea de costa actual de Talcahuano.

La marisma de Rocuant es un área de influencia marina de aproximadamente 10 Km de extensión que se ubica inmediatamente al Sur de la cabeza de la Bahía de Concepción (36° 40' S y 73° 02' O).



Vegetación típica de marisma con dominancia de *Sarcocornia* sp.



Sector con espejo de agua dominado por la influencia del régimen de mareas.



Vista aérea del humedal Rocuant-Andalién, donde se observa la coloración de *Sarcocornia* y los canales artificiales de drenaje.

Desde el punto de vista topográfico se trata de una zona plana con escasa pendiente, propia de su condición de marisma litoral. Considerando su hidrología, se verifica que sus aguas tienen fundamentalmente tres orígenes: las napas subterráneas, que mantienen la zona de humedales y que son alimentadas por las precipitaciones, las infiltraciones desde los ríos Andalién y Biobío, y el agua de mar, que se introduce por la boca del Canal el Morro.

Los flujos son determinados, principalmente, por las precipitaciones y el régimen de mareas. Si consideramos que la disponibilidad de agua

varía estacionalmente, podemos deducir que los mayores flujos de agua dulce, de aproximadamente 40 m³/s, se producen en invierno durante eventos de alta precipitación (PRAT, 1996). Por otro lado, en el período de verano, se producirán flujos y reflujos más marcados por efecto de las mareas, sobre todo en período de sicigias. En este período, por los menores aportes de agua dulce y la evaporación producida por la radiación solar, se espera un aumento de la salinidad en el interior de la marisma.

El punto fundamental a considerar es la capacidad de autodepuración de la marisma de Rocuant, la cual se encuentra limitada debido, por un lado, a la escasa pendiente del estuario que no hace posible un flujo de agua importante, y por otro, que los aportes permanentes de agua dulce son escasos, y los que llegan a ser importantes en invierno, son eventuales. A lo anterior se suma el embancamiento que se aprecia en la boca del estuario, que limita aún más los flujos y reflujos.

La marisma de Rocuant, por sus peculiares condiciones de extrema contaminación, se transformó durante la década de 1980 en un sistema totalmente eutroficado (debido al vertimiento directo de aguas servidas y efluentes de la industria pesquera alemana a la marisma), con pérdida total de su flora y fauna característica (Rudolph & Ahumada, 1987).

Los fondos se cubrieron totalmente por una gruesa capa de fangos anóxicos y las riberas por una densa capa de material compactado, derivado de los aceites contenidos en los residuos industriales líquidos vertidos en la marisma. En la actualidad, ciertos sectores de la marisma, especialmente los que no tienen contacto directo con el canal El Morro, presentan una evidente recuperación del sistema, registrándose una importante actividad biológica (aves, plancton, etc.).

• Información sobre su biodiversidad

Su vegetación incluye varias especies halófilas, entre las que se encuentran *Sarcocornia fruticosa* y *Spartina densiflora*, que tiene especial relevancia en el ciclo alimenticio y en el hábitat de vertebrados, como aves, mamíferos (ganado bovino) y también invertebrados. En la vegetación dunaria destacan *Acacia caven* y *Margaricarpus pinnatus*, también está *Ambrosia chamissonis*, *Salsola Kali*, *Nolana paradoxa*, que deben estar sujetas fuertes vientos, falta de oxígeno y escasa acumulación de materia orgánica, lo cual dificulta el desarrollo de determinadas especies y condicionan el crecimiento de la vegetación (Tobar, 2003 en Sanhueza *et al.*, 2009).

Según Sanhueza *et al.*, 2009, el mayor número de especies vegetales encontradas en Rocuant corresponde a aquellas especies invasoras foráneas (77%), Rocuant ha sido objeto de una fuerte presión de pastoreo por ovinos y bovinos, más la presencia de fauna doméstica y actividades de carácter industrial. El 23% corresponde a plantas autóctonas, separadas en nativas (19%) y endémicas (4%). Se observaron que la mayor cantidad de especies encontradas pertenecen a las familias de las Poaceas, Fabáceas y Asteráceas.

Rudolph y Ahumada (1987) informan de la presencia de protozoos y bacterias en el área, y la carencia de macroinvertebrados bentónicos y zooplancton, en la parte baja del Canal El Morro, lo cual es explicado por la alta contaminación orgánica del sistema (DMA 1991-1992; EULA, 2001). Asimismo, el Canal El Morro, al igual que en el área de Lenga, la macrofauna bentónica está ausente en todos los ambientes con sedimentos altamente reductores. Sin embargo, en determinadas zonas hacia el interior del sistema, se pueden observar zonas con abundancias de macrofauna relativamente

elevadas, aunque siempre con una baja diversidad, representados fundamentalmente por crustáceos anfípodos y gusanos oligoquetos y nemátodos. Estos organismos presentarían una gran importancia por el hecho de formar parte importante de la dieta de las aves acuáticas y peces.

Los resultados obtenidos en el estudio realizado por el EULA, 2002 demuestran la mala calidad del agua de la zona baja del Canal el Morro y la presencia de condiciones mixohalinas en la parte alta.

Los vertebrados terrestres nativos potencialmente observables en la zona de estudio suman 154 especies, de las cuales 146 son nativas. De ellas, el grupo predominante son las aves, con 129 especies (Quezada, 1986; Araya & Millie, 1996), lo que representaría un 84% del total. No obstante, un estudio reciente en el sector terminal del río Andalién (Soto, R. 2010), señala que una pérdida superior al 50% de lo registrado. Los reptiles suman 7 especies, los anfibios 3 y finalmente los mamíferos están potencialmente presentes con 14 especies.

De las especies presentes en la zona, un total de 21 presenta problemas de conservación a nivel nacional y/o regional. Doce especies de aves están consideradas en el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Glade, 1993) ó en el informe de CONAMA (1999), de las cuales tres presentan categoría de En Peligro. Una de las tres especies de anfibios del área de influencia es Vulnerable para la Región (*Batrachyla taeniata*), mientras que *Caudiverbera caudiverbera* está catalogada como En Peligro. En cuanto a los reptiles dos especies de lagartijas y dos culebras están catalogadas como Vulnerables.

La marisma ofrece una gran cantidad de recursos para la alimentación, refugio y

descanso de variadas aves migratorias como residentes, reconociéndose a través de diversos estudios actuales realizados por ONG, su riqueza y diversidad.



Señalética de las actividades que realizan diversas ONG para la protección de la avifauna.

En cuanto a la fauna terrestre, el estuario del Andalién y la marisma Rocuant se han descrito como parte de una gran unidad o sistema de humedales, conectando el Santuario Hualpén con los pastizales anegables que se disponen entre la marisma y el Biobío. Estos forman parte del “tampón” faunístico para el santuario, lo que implica que, desde un punto de vista funcional, la zona de estudio constituye una única unidad, por lo que alteraciones localizadas podrían alterar la unidad completa (EULA, 2002).

La fauna terrestre muestra una abundancia y riqueza de especies muy alta. Paralelamente, el área es sitio de nidificación de muchas especies y además es utilizada como sitio de alimentación y refugio por aves migratorias. Además, se ha descrito que el estuario del Andalién y la marisma Rocuant forman parte de una gran unidad o sistema de humedales, que incluye además al estuario Lengua y la desembocadura del río Biobío. En este sistema existirían desplazamientos de avifauna entre cada uno de estos sitios (Quintana, 1993).

Estas características otorgan al sector de estudio (estuario Andalién, marisma de Rocuant y Canal El Morro), una alta importancia para la conservación de la biodiversidad a nivel nacional.

5.1.2 Humedal Canal el Morro

El humedal presenta un estado de conservación “Muy Malo”. A pesar de presentar una pendiente que permitiría el desarrollo de vegetación palustre (menor del 25%), está no se desarrolla debido a la gran cantidad rellenos hechos de roca y cemento en más del 50% del perímetro del humedal. Es común visualizar escombros y desperdicios tanto en litoral como dentro del humedal.



Interior del Canal el Morro, el cual fue adaptado para el ingreso de embarcaciones menores



Canal el Morro en Talcahuano, sector con influencia marina.

El humedal ha estado presionado por múltiples factores de tensión que conllevan diversas alteraciones geomorfológicas, hidrológicas, de calidad de agua y de las comunidades biológicas del humedal; lo que en conjunto involucra la pérdida de funcionalidad del sistema. Entre las obras hidráulicas que alteran el funcionamiento normal del sistema se puede mencionar la carretera interportuaria que atraviesa y fragmenta el humedal modificando el flujo del agua y por lo tanto la red hidrográfica, las fijaciones de margen y la presencia de puentes. Por otra parte, el litoral que enfrenta la bahía de Concepción (sector de playa) es básicamente un relleno de basuras, mientras que las riberas del humedal han sido fuertemente degradadas debido a las ocupaciones urbanísticas e industriales. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la 17.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica, es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves.

El aspecto del agua es muy turbia, detectándose un fuerte olor. No se observó vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal, tampoco vegetación flotante en la superficie del humedal.

De acuerdo a las mediciones realizadas por SGS EcoCare, (EULA, 2002) las características del agua del canal El Morro corresponden a un cuerpo de agua salobre (ambiente estuarino), lo que está reflejado por los altos niveles de la conductividad, cloruros, sodio

total, potasio total y sulfatos (estos valores fueron ratificados por estudios realizados posterior al terremoto de 2010).

Por lo anteriormente expuesto, se considera que las aguas superficiales de la zona están contaminadas, y no cumplen con los requisitos de calidad de agua para diferentes usos (NCh 1333), no siendo aptas para el riego, la recreación, ni bebida de animales.



Canal en el sector de la marisma, se observa la presencia de escombros en su entorno.

El canal El Morro (EULA, 2002), Corresponde a un gran paleocauce del río Biobío que llevaba las aguas a la Bahía Concepción, por el pajonal Chepe a la marisma Rocuant. La construcción de los cordones litorales en las bahías de Concepción y San Vicente que obstruyen el drenaje proveniente de las terrazas de aguas arriba, generaron marismas y humedales en la llanura litoral. Las actividades humanas han contribuido, en mayor parte de la zona, el cambio de la dirección de la escorrentía superficial, a través de las construcciones de terraplenes, canales de drenaje y obras generales de urbanización. En forma general el nivel de agua subterránea (nivel estático) en el área varía entre 0,30 y 2,40 m (Informes: ABACO; Ciudad Satélite) de profundidad y aflora en los sectores de humedales. El acuífero recibe recarga por la infiltración de aguas lluvias

caídas sobre la cuenca Canal El Morro, además recibe recarga por el flujo subterráneo proveniente de las terrazas adyacentes.

La descripción del área de influencia relacionada con la parte costera indica que la “La hoya hidrográfica del Canal El Morro ocupa una superficie de 31,32 Km², la que incluye una parte Norte de la ciudad de Concepción, el sector Suroriental de Talcahuano y vegas y humedales al Este del Canal El Morro. Aproximadamente 5,79 Km² de la parte inferior de la hoya hidrográfica del Canal El Morro lo constituye una parte de carácter costero de la cuenca, en la que las superficies de aguas se comportan como un estuario, aunque no existen estudios concluyentes que lo definan como tal. No obstante, el sistema tiene un área estuarina evidente donde confluyen aguas limnéticas y marinas que determinan un área salobre con una típica y singular flora y fauna de carácter estuarino.

El drenaje de la hoya hidrográfica del Canal El Morro ocurre en dirección general Norte, descargando las aguas en la Bahía de Concepción. Parte de la cuenca hidrográfica del Canal El Morro está ocupada por la llamada marisma de Rocuant, la que cubre en total una superficie de alrededor de 1.700 hectáreas, en parte sobre la cuenca del Canal El Morro y en parte sobre aquella vecina del río Andalién. La marisma está conformada en parte por superficies permanentemente cubiertas de agua y el resto por vegas (o humedales) que se inundan en invierno y secan relativamente en verano.

Aproximadamente 1,44 Km² de la cuenca hidrográfica del Canal El Morro son áreas permanentemente cubiertas por agua, la mayor parte de ellas en la cuenca costera. 7,25 Km² adicionales son áreas que aproximadamente la mitad del tiempo, en

los meses más lluviosos (Abril a Septiembre), se comportan como superficies de agua con vegetación sobresaliente, mientras que en los meses secos (Octubre a Marzo) constituyen virtualmente suelos húmedos; esta superficie es parte importante de la marisma de Rocuant. El resto del área de la cuenca hidrográfica del Canal El Morro, aproximadamente 22,63 Km², son suelos de diversas naturaleza, en parte ocupados por poblaciones y áreas industriales, y en parte por áreas no desarrolladas porque se inundan en épocas de crecidas, o porque sus suelos “requieren mejoras para ser empleados como suelos de fundación de estructuras”.

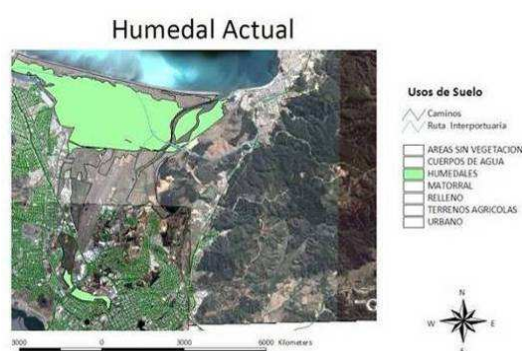
5.1.3 Humedal Carriel Sur

Forma parte del gran humedal Marisma Rocuant – Andalién, anteriormente descrito. Dicho humedal colinda con el curso del río Andalién mientras que por el oeste, limita con la Avenida Colón. El humedal presenta un estado de conservación “Malo”.

El humedal dulceacuícola Carriel Sur, ha sido estudiado por Figueroa y Urrutia (2009), sobre los efectos de la expansión urbana entre los años 1955 y 2009 sobre el Humedal – Chepe Carriel Sur. En 1955 el área correspondiente al humedal estaba siendo intervenida por el incipiente cambio de uso de suelo para ser usado como Huertos, siendo el comienzo de las intervenciones antrópicas al ecosistema. Luego, en 1961, aparecieron nuevos usos de suelo en las orillas del ecosistema cercanas a la zona urbana que tenían condiciones de menor humedad que el resto.



Humedal Carriel Sur – Rocuant Andalién (Fuente Figueroa y Urrutia 2009)



Humedal Carriel Sur – Rocuant Andalién

En 1976 aparecieron nuevos usos como autopistas y avenidas, y la construcción del aeropuerto, intervenciones de mayor índole, es especial el área destinada para aeropuerto al cual se le destinaron 143 ha, es decir, el 4% de la superficie del humedal. Para el año 1992, el uso de suelo que fueron ganando superficie fue urbano residencial y el aeropuerto de 143 ha a 181 ha. El uso urbano residencial fue creciendo alcanzando una superficie de 287 ha en 1998, siendo entre la época de 1990 a 2001 la aparición de sitios eriazos dominando en los espacios previamente ocupados por humedales que son rellenadas o drenadas mediante canales para permitir el paso y ser de esta forma parte del paisaje de transición hacia la

urbanización, aumentando así su plusvalía económica al mismo tiempo que se deteriora sus funciones ambientales.

Para el caso de humedal Carriel Sur se observó una secuencia de cambio de los usos y coberturas de suelo afecta gradualmente la existencia de este ecosistema. Para los años 1955 a 1992 las coberturas que dominaron este proceso de cambio corresponden a los terrenos de poca o nula vegetación y cubiertos con vegetación dispersa, mientras que para los años posteriores las coberturas naturales fueron reemplazadas por usos de suelo urbanos.

Teniendo claro que la fragmentación es una de las principales manifestaciones espaciales del deterioro ambiental, que si bien cada vez es mayor el número de parches o pequeñas islas que contienen ecosistemas de gran valor ambiental, su tamaño también es reducido afectando el comportamiento funcional del ecosistema. El área del humedal que está aislada del resto corresponde a la parte sur, limitado por las calles y autopistas propias de la ciudad que gracias a la canalización y entubamiento de sus aguas, pueden tener algún tipo de conexión que responde a una necesidad de riesgo humano (inundación) y no a la conservación de alguna funcionalidad ecológica.

En el transcurso de este trabajo se reconoce la ausencia de una planificación ecológica o de ordenamiento territorial, ya que los planes de crecimiento urbano no se compatibilizan con los del desarrollo sustentable y, en consecuencia se expresa en un deterioro gradual y persistente, enfrentándonos a la paradoja que las

ciudades de mayor tamaño, necesitan de mayores servicios ambientales.

5.1.4 Humedal Canal Ifarle

Se realizaron dos evaluaciones en este canal una primera en un el sector cercano a Carriel Sur cercano a la autopista y otro en el canal a su paso por el sector Salinas del Canal Ifarle.

El “canal” Ifarle en el sector de Carriel Sur presenta un estado de conservación catalogado como “Malo”. Su denominación ya obedece a un cambio, puesto se ha canalizado y transformado en sectores de lagunas artificiales, sin embargo, existe una pequeña área que conserva una zona palustre en mejor conservación. Los factores de tensión identificados en el Canal Ifarle son múltiples, no obstante, la fuerte presión urbanística por el creciente desarrollo inmobiliario ha estrangulado y degradado el humedal. Como consecuencia de lo anterior, ha quedado un sector relicto con vegetación fundamentalmente palustre (agua temporal). Entre las comunidades vegetales dominantes se destacan *Scyrpus californicus* y otras Cyperaceas en un 90%, y Juncaceae. Los sectores con agua permanente corresponden a cuerpos de aguas estancados con baja tasa de renovación y con aspecto de agua muy turbia. Se observó individuos de la especie Tagua chica (*Fulica leucoptera*).

El canal Ifarle en el sector Salinas presenta un estado de conservación “Malo”. La pendiente de la franja litoral es menor al 25%, sin embargo, se encuentra gran parte de su extensión modificada con rellenos y espigones que reducen la potencialidad de albergar una importante y diversa comunidad de helófitos disminuyendo la

conectividad del sistema y conservación de hábitat. La presencia de infraestructuras hidráulicas relacionadas con extracciones de agua y construcción de canales, sumadas al importante desarrollo urbanístico, está causando la mayor degradación de este ecosistema por el efecto que supone pérdida de su superficie. Es posible identificar alteraciones en el canal (geomorfología), en la hidrología y en las comunidades vegetales características de este tipo de humedal.



Relicto del humedal Ifarle en el sector de Carriel Sur.

El agua se observó muy turbia y no se detecta olor fuerte, se observó vegetación típica de marisma *Spartina sp.* y *Sarcocornia sp.* entre el 25 y 90% en el perímetro del humedal, igualmente en la extensión en el humedal se observaron estas dos especies entre el 50 y 90%. Entre la aves, se observaron garza, zarapito, blanquillos, patos, cormorán, gaviota dominicana, perritos, cisne coscoroba, jote y tiuques.

Desde el punto de vista de la funcionalidad hidrológica el Canal Ifarle afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, actúa en el control de inundaciones, reduce la energía del oleaje,

ayuda en la recarga de acuíferos y en el mantenimiento de la actividad ecosistémica.

Asimismo, este humedal contribuye con el ciclo de nutrientes y a la productividad primaria, es fuente de alimentación por el arrastre de nutrientes, en algunos sectores proporciona zona de cría de aves y anfibios, proporciona refugio, contribuye a la biodiversidad y a la producción de biomasa.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Tramo del canal en el sector Carriel Sur cercano al casino Marina del Sol.



Canal en el sector de Salinas con el avance de las poblaciones aledañas, que básicamente se localizan en una llanura de inundación de alto riesgo.

5.1.5 Laguna Lo Pineda

Humedal tipo lacustre, su calificación para este estudio es considerada como “Media”. Siendo bastante atractiva en términos paisajístico, aunque de acceso restringido. Su forma de herradura es testigo de ser un antiguo meandro del río Andalién que quedó aislado por la construcción de la carretera.

La franja litoral de la laguna presenta pendiente entre el 50 y 75% la cual permite un importante desarrollo de vegetación palustre en el litoral. Existe un escaso desarrollo habitacional en las márgenes y sectores aledaños a la laguna, aún se encuentra protegida por un área buffer en su entorno, lo que es importante resguardar en posteriores planes de manejo para asegurar y mejorar el estado de conservación de la laguna. Presenta una pendiente de la franja litoral, con infraestructuras varias a menos de 100 m como pista forestal en tierra y carretera asfaltada. El agua es permanente y se observa un poco turbia, aunque no se detectó mal olor. Presenta vegetación de helófitos en su perímetro entre el 25 y 90%, y en el humedal especialmente ocupando el borde.

La comunidad dominante es vegetación de Juncos, igualmente en la franja litoral se observa vegetación autóctonas aislada y plantaciones alóctonas. La vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal y la vegetación flotante en la superficie del humedal representa entre el 25 y 90%. Se observó vegetación sumergida o flotante en un 50% por plantas vasculares o carófitas.

Desde el punto de vista funcional, hidrológicamente la laguna afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, ayuda en el control de inundaciones, actúa como recarga de acuíferos y permite la conectividad ecosistémica. Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes y biológicamente contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, proporciona refugio, contribuyendo a la biodiversidad.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Laguna Lo Pineda, que muestra además de vegetación flotante, la intervención de su cuenca de drenaje a través del reemplazo de su vegetación nativa por uso agrícola y plantaciones forestales sin respeto por su zona de ribera.

5.1.6 Río Andalién

Humedal tipo ribereño, su calificación para este estudio corresponde “Muy Mala”.

Este humedal es de tipo ribereño, donde el río aumenta su anchura y los valles se abren permitiendo el desarrollo de una importante llanura de inundación, presenta un deterioro importante debido a que el río ha sido canalizado en su mayor parte para proyectos de urbanización e impermeabilización de sus laderas. Entendiéndose erróneamente estas actividades como necesarias para disminuir el riesgo de inundación de la población.

El humedal asociado al tramo bajo del río Andalién ha estado presionado por múltiples factores de tensión que conllevan diversas alteraciones hidromorfológicas que afectan aspectos de tipo geomorfológicos, hidrológicos, de calidad de agua y de las comunidades biológicas del humedal; lo que en conjunto involucra la pérdida de funcionalidad del sistema.



Laguna Lo Pineda, que muestra la importante área cubierta por vegetación flotante, dejando un espejo de agua inferior al dominado por las plantas.



Actividades de relleno en las inmediaciones del humedal Andalién, vecino a Valle Noble, ciertamente también un relleno de la llanura de inundación.

Entre las presiones más significativas del tramo de río en cuestión destaca la urbanización e impermeabilización de laderas, la presencia de infraestructura vial sobre su llanura de inundación y lecho del río. Dichas presiones identificadas ocasionaron como resultados fuertes alteraciones, tales como: pérdida de conectividad del río con el humedal, modificación de la red hidrográfica, pérdida de hábitats y deterioro en la calidad de las aguas.

Cabe señalar que muchos humedales del sector reciben nombre distintos y tratados por separados, pero corresponden a la llanura de inundación del río Andalién que fueron fragmentados y rellenados para la expansión urbana, lo que unido a la evacuación del agua de otros esteros importantes hacia el río Andalién, explican las inundaciones de las poblaciones aledañas.



Presencia de canales de drenajes hechos para drenar el agua del humedal y construir casas sobre el mismo.

5.1.7 Humedal Palomares

Humedal tipo palustre asociado al Andalién, con cuerpo de agua temporal, la calificación de su estado de conservación para este estudio corresponde a “Media”. La pendiente de la franja litoral del humedal (menor al 25%) permite un importante desarrollo de vegetación palustre dominada por Cyperaceas.

Su extensión está bordeada en un costado por la Avenida General Bonilla y por el otro por la Avenida Collao. Además se encuentra rodeado por un polígono industrial entre las empresas destacan: Komatsu, Lit Cargo y un Terminal de Buses de la Empresa, una Planta de revisión Técnica y la Empresa Nestlé. Por otro lado, parte del terreno se encuentra a la venta, según se aprecia en la fotografía siguiente, lo que evidencia su posible pérdida en caso de dar continuidad a las actuales actividades de relleno y uso industrial.



Humedal en venta y Acopio de chatarrería en el interior del mismo.



Parte del humedal Chaimávida invadido por rellenos y plantas exóticas.

5.1.8 Humedal Camino Peaje Chaimávida

Humedal tipo palustre, su calificación para es considerada como “Mala”. El humedal se encuentra a un costado de la Avenida General Bonilla y entre las principales presiones destacan la presencia de rellenos hechos de tierra y la gran cantidad de escombros y desperdicios en el entorno del humedal.



Rellenos hechos de tierra y escombros en el litoral del humedal.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.1.9 Humedal Collao

Al igual que los anteriores, forma parte del complejo de humedales asociados al río Andalién que siguen el borde de la carretera, básicamente canales entre las construcciones urbanas y la carretera General Bonilla. Son alimentados por aguas lluvias y el río (aportando agua al río durante las sequías). Su estado de conservación es “Malo”, se encuentra fragmentado, con múltiples rellenos de tierra y basuras del sector, con escasa vegetación palustre.



Relictos del humedal Collao en franca desaparición.

5.1.10 Humedal Vegas de Nonguén

Este humedal presenta un estado de conservación “Muy Malo”. Asociado a la planicie de inundación del estero Nonguén, ha desaparecido debido a la canalización del estero y se han revestido sus riberas en todo el tramo que discurre por las poblaciones Los Fresnos y Los Lirios hasta su confluencia con el río Andalién que cruza justo bajo el puente carretero, por lo que la pendiente se ha visto completamente modificada siendo mayor al 75%. Dichas obras se enmarcan en el plan de mejoramiento de riberas y para evitar las inundaciones recurrentes que se han presentado en el sector de Collao.

Entre las presiones más significativas del tramo de río en cuestión destaca la urbanización e impermeabilización de laderas, la presencia de infraestructura vial e inmobiliaria sobre su llanura de inundación y lecho del río.



Obras de encauzamiento del Estero Nonguén.

Dichas presiones identificadas dan como resultados alteraciones en cuanto a la conectividad del río con el humedal, a la modificación en la red hidrográfica, pérdida de hábitats y deterioro en la calidad de las aguas.



Encauzamiento y revestimiento de márgenes del estero Nonguén.

Actualmente el río se ha convertido en un canal de agua y receptor de basuras, cuya funcionalidad se aleja completamente a la que posee un sistema de aguas corrientes natural.

5.1.11 Humedal La Greda

Se encuentra vecino al cementerio camino a Penco y si bien no existen rellenos evidentes, se ha transformado en un receptor de basuras, con una presencia significativa de desperdicios y escombros tanto en el propio humedal como en su entorno.



Parches de vegetación de helófitos en el humedal La Greda.

El humedal presenta un estado de conservación “Malo”. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Escombros y desperdicios en el humedal la Greda.

5.1.12 Humedal Carriel Norte

Si bien forma parte de la marisma Rocuant-Andalién, actualmente se reconoce limitado entre la carretera interportuaria y la Avenida Jaime Repullo, presentando un estado de conservación “Medio”.

El humedal ha estado presionado por múltiples factores de tensión que conllevan diversas alteraciones hidromorfológicas que afectan aspectos de tipo geomorfológicos, hidrológicos, de calidad de agua y de las comunidades biológicas del humedal; lo que en conjunto involucra la pérdida de funcionalidad del sistema. Entre las obras hidráulicas que alteran el funcionamiento normal del sistema se puede mencionar la carretera interportuaria que atraviesa y fragmenta el humedal modificando el flujo del agua y por lo tanto la red hidrográfica. Por otra parte, el humedal muestra indicios de rellenos ya que se observó maquinaria pesada trabajando en el interior del mismo y se desconoce si existe autorización para ello.

La coexistencia de múltiples usos de suelos ganaderos agrícolas y urbanos genera además un fuerte estrés en el humedal.



*Vegetación típica de marisma dominada por **Spartina** y **Sarcocornia**.*

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves. El aspecto del agua es muy transparente. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Cuerpos de aguas semitemporales al interior del humedal.

5.2 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las subcuencas costeras entre el río Andalién y río Biobío (Tabla 10).

Tabla 10. Subcuencas Costeras entre el río Andalién y río Biobío.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Paicaví (Tucapel Bajo-Paicaví)	Palustre	15	Muy Mala
Laguna Lo Méndez	Lacustre dulceacuícola	20	Muy Mala - Mala
Laguna Lo Galindo	Lacustre dulceacuícola	18	Muy Mala
Laguna Las Tres Pascualas	Lacustre dulceacuícola	22	Mala
Laguna Lo Custodio	Lacustre dulceacuícola	30	Mala
San Andrés	Palustre	59	Media
Perales	Palustre	55	Media
Laguna Macera	Lacustre	20	Muy Mala
Villa Dinahue	Palustre	5	Muy Mala
Huachicop	Palustre	5	Muy Mala
Laguna Redonda	Lacustre dulceacuícola	37	Mala
Laguna Recamo	Estuario	35	Muy Mala

5.2.1 Humedal Paicaví (Tucapel Bajo-Paicaví)

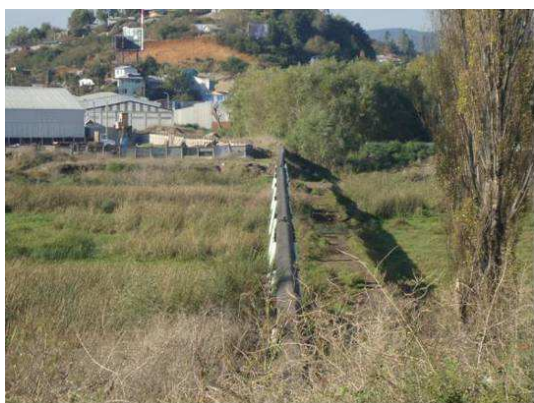
Humedal tipo palustre con un índice de conservación considerado como “Muy Malo”, morfológicamente presenta una franja litoral con una pendiente de menos del 25% lo que facilita el anegamiento y con ello el transporte de nutrientes lo que hace que este humedal presente una alta productividad primaria y contribuya a prestar servicios ambientales como son los hábitat para especies de aves, anfibios, reptiles y mamíferos, como zonas de alimento, refugio y cría.



Carretera que atraviesa y fragmenta el humedal Paicaví, la cual además lleva consigo continuos procesos de rellenos que van reduciendo el humedal.

Es una gran área de recarga de acuíferos y de control de inundaciones. Forma parte de los

humedales más extensos del Gran Concepción el cual ha sido fragmentado por la construcción de grandes avenidas urbanas y por tanto su funcionalidad y estructura se ha transformado en relictos de un humedal que aún siguiéndose intervenidos de manera severa, esto se demuestra con la presencia de rellenos en más del 50% del perímetro del humedal hechos de tierra, cemento y roca. En cuanto a infraestructura hidráulica se pudo observar que el humedal presenta extracciones de agua, una amplia construcción de canales, construcción de ductos con infraestructuras varias a menos de 100 m del humedal como vías urbanas asfaltadas, con construcciones a menos de 100 m que incluyen viviendas e infraestructura de carácter institucional y de servicios que básicamente se han construido sobre el humedal (universidades, industrias, centros comerciales y desarrollo inmobiliario). En otro sector se observa uso ganadero en el interior del humedal y el tráfico de personas, vehículos y fauna doméstica es alto.



Tubería que atraviesa el humedal Paicaví y áreas industriales que lo colindan, no obstante, esta estructura aérea que es muy antigua, permite el escurrimiento superficial y subsuperficial de las aguas, de modo que el sistema mantiene su funcionalidad. Esto no curre cuando el sistema es

rellenado y compactado para el desarrollo de inmobiliario.



Presencia de rellenos hechos de tierra, compactados al interior del humedal Paicaví.



Canal que limita el desarrollo del humedal (recuperación de su área original), con el fin de evitar que las aguas inunden sectores industriales y residenciales aledaños.

Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes y biológicamente a la productividad primaria, es fuente de alimentación para diversas especies, proporciona zonas de cría, proporciona refugio, contribuye al mantenimiento de la biodiversidad y contribuye a la producción de biomasa. Todos estos procesos obedecen

a una función natural de evacuación de las aguas lluvias de Concepción Metropolitano, protegiendo de inundaciones y procesando contaminantes asociados a las aguas de escorrentía, funciones que se están perdiendo disminuyendo día a día mediante el desarrollo de canales de evacuación rápida y el avance de los rellenos en todas sus riberas sin control alguno.



Descarga de aguas de origen desconocido en el humedal, lo cual refleja la falta de fiscalización (Abril 20 de 2011).

5.2.2 Humedal Laguna Lo Méndez

Su calificación para este estudio corresponde a “Muy Mala”. La franja litoral se caracteriza por el predominio de una pendiente entre el 25 y 50% modificada por la presencia de rellenos hechos de tierra con evidencia de aterramiento de parte de la laguna. Se observaron infraestructuras hidráulicas como canales de agua y desagües. La ocupación urbana es un importante factor de tensión en la laguna ya que alrededor se encuentra un importante desarrollo inmobiliario.

El espejo de agua es turbio, no detectándose olor fuerte. La vegetación de helófitos ocupa

entre el 25 y 50% en el perímetro del humedal, siendo dominantes individuos de las familias Juncáceas y Cyperaceas. Se observa un estrato arbóreo representado por árboles alóctonos aislados.



Vegetación palustre en el contorno de la laguna Lo Méndez.



Vegetación flotante y sumergida al interior de la laguna Lo Méndez.

La laguna es un cuerpo de agua permanente. La vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal corresponde a individuos de la especie *Egeria densa* (luchecillo) que ocupa el 25 y 90% del humedal. La vegetación flotante está representada por individuos de la especie *Ranunculus sp.* (Menos del 25%). También se observaron especies alóctonas abundantes

como parte de la comunidad sumergida o flotante.



Vegetación de ribera y desarrollo urbano alrededor de la laguna Lo Méndez.

Hidrológicamente la laguna permite el control de inundaciones, es un área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica entre los humedales urbanos. Asimismo, el humedal es fuente de alimentación, refugio, contribuye a la biodiversidad y a la producción de biomasa.

Esta Laguna también ha sido intervenida por planes de recuperación de la municipalidad, rescatando el valor paisajístico para la comunidad, pero se requiere un programa para recuperar la calidad de sus aguas, lo cual podría incluso permitir un uso recreativo más intenso.

5.2.3 Laguna Lo Galindo

Humedal lacustre de carácter permanente localizado al norte del río Biobío, de origen fluvial, el índice de estado de conservación lo reconoce como un sistema “Muy Malo”, morfológicamente la Laguna Lo Galindo, presenta una pendiente de la franja litoral

entre el 50 y 75%, esto permite el escurrimiento de agua por las laderas de los cerros que le rodean y con ello la laguna actúa como trampa de materiales escurridos o retención de sedimentos, igualmente permite la amortiguación hidráulica de las crecidas invernales. Los factores que han deteriorado la laguna y su área de amortiguación o protección son la presencia de rellenos en más del 50% del perímetro del humedal hechos escombros y de tierra.

Existen vías urbanas en su área de amortiguación, numerosas viviendas y una cancha de fútbol lo que genera un alto tráfico de personas y fauna doméstica. Uso que puede conjugar con su funcionamiento, puesto que permite un acercamiento de las personas con el entorno de la Laguna, pero requiere un manejo adecuado de sus riberas que eviten nuevas entradas de sedimentos y contaminantes; además de implementar medidas de para recuperar la calidad de sus aguas.



Rellenos de la Laguna Lo Galindo y vegetación sumergida.



Los procesos de rellenos con escombros y sedimentos sin un programa de recuperación de riberas, permite que las lluvias provoquen la formación de cárcavas con la consecuente erosión de sedimentos arrastrados hacia la laguna y aparición de basuras en ellas.



Escombros y basuras en el entorno de la Laguna Lo Galindo.

Si bien existen esfuerzos por recuperar este sistema hacia a comunidad, se evidencia presencia significativa de desperdicios en el interior y alrededor del humedal. Esta laguna, similar a otras urbanas, se encuentra muy deteriorada por sus niveles de sedimentación y eutrofización observados en el aspecto del agua muy turbia, con olor aunque no muy intenso.

Presenta vegetación de helófitos escasa, menos del 25% en el perímetro del humedal y en el borde del humedal. La comunidad vegetal dominante corresponde a individuos de la familia Juncaceae. Hay presencia de árboles alóctonos aislados.



Laguna Lo Galindo donde se aprecia la turbiedad de sus aguas.

5.2.4 Laguna Las Tres Pascualas

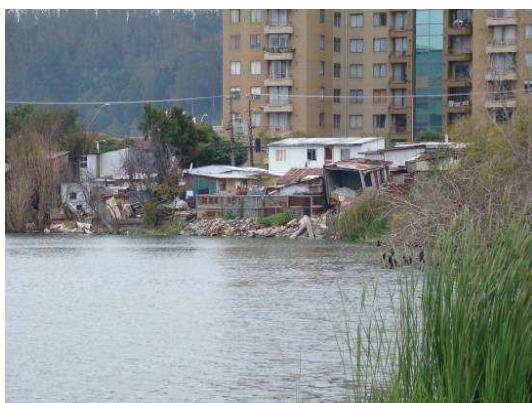
La calificación de su estado de conservación fue “Mala”. Morfológicamente la laguna Tres Pascualas cuenta con las característica de la pendiente de la franja litoral adecuadas para soportar una importante vegetación palustre (<25%) no obstante, la excesiva presión sometida en su litoral (presencia de rellenos, escombros y casa) no permiten el desarrollo de dichas comunidades. Si bien presentaba una serie de evacuaciones irregulares, al parecer la mortandad de peces ocurrida en el 2009, ha mejorado esta condición y hoy recibe solo aguas lluvias directas.

Presenta una obra importante como la presencia de un puente que la atraviesa. El desarrollo inmobiliario se extiende por todo el perímetro del humedal (universidades,

edificios de departamentos, casas, empresas de servicios entre otros.), no obstante, las edificaciones mayores están más reguladas en términos de evacuaciones, e intentan recuperar este espacio con el desarrollo de parques aledaños, aunque existe un alto tráfico de personas en la Laguna y gran cantidad de desperdicios en los alrededores del humedal, como la presencia de fauna doméstica.



Desarrollo urbano en entorno a la laguna.



Infraestructuras varias en el entorno de la Laguna Tres Pascualas, escombros y la ausencia de zona de amortiguación.

El agua se observó un poco turbia, no se detecta olor fuerte. El estrato arbóreo está representado por un cinturón completo de

árboles alóctonos esparcidos. Es un cuerpo de agua permanente y la vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal está ausente, al igual que la vegetación flotante en la superficie del humedal.

Se observaron algunos individuos de las especies blanquillo (*Podiceps occipitalis occipitalis*), tagua (*Fulica armilata*), garza chica y cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*).

Funcionalmente la laguna permite controlar inundaciones, actúa como recarga de acuíferos y mantiene la conectividad ecosistémica entre las lagunas urbanas. Además contribuye al ciclo de nutrientes, a la productividad primaria y a la producción de biomasa.

5.2.5 Laguna Lo Custodio

Humedal tipo lacustre con un índice de estado de conservación calificado como “Malo”, se localiza al norte del río Bío-Bío, pero hace parte de la cuenca del río Andalién, sus aguas son de origen fluvial, morfológicamente presenta una pendiente de la franja litoral menor al 25% lo que permite el desarrollo de una vegetación de ribera, pero su ausencia y el uso intensivo urbano alrededor de ella ha permitido el desarrollo de problemas de eutrofización y sedimentación.

Recibe las descargas de agua lluvias que van a la Laguna acompañadas de nutrientes y sedimentos, además de los contaminantes generados por la presencia de la gran cantidad de viviendas y actividades que se desarrollan alrededor.



Laguna básicamente inserta en el medio urbano.



Descargas de aguas pluviales hacia la laguna, las cueles se encuentran destruidas desde el terremoto de febrero de 2010, el cual se puede mezclar co aguas servidas.

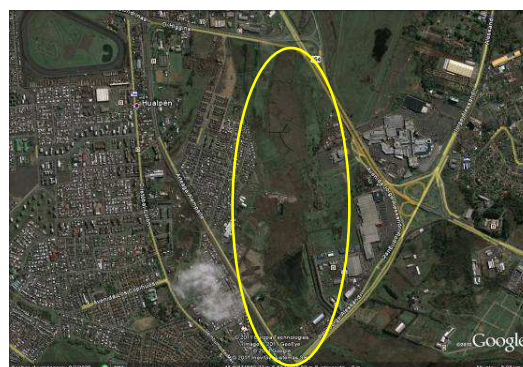
Presenta rellenos hechos de cemento en más del 50% del perímetro del humedal, con infraestructuras hidráulicas como ductos de aguas lluvias que descargan en el humedal como se aprecia en la imagen, con vías urbanas a menos de 100 m, cancha de fútbol y un desarrollo de viviendas en todo el entorno de la laguna. Es de notar que este cuerpo ha sido tan presionado por el desarrollo urbano, que es un pequeño cuerpo limitado por rellenos, sin un área de protección y/o amortiguación de la misma, ya que su margen está directamente

expuesto al paso de vehículos, personas y fauna doméstica.

El humedal Laguna Lo Custodio desde el punto de vista hidrológico físico ayuda en el control de las inundaciones, pertenece a los sistemas de recarga de acuíferos y permite mantener la conectividad ecosistémica. Biológicamente contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación de algunas especies de peces y aves y contribuye a la producción de biomasa.

5.2.6 Humedal San Andrés

También llamado Parque San Andrés o Humedal Vasco de Gama, su tipología corresponde a un humedal palustre con un espejo de agua permanente. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde “Media”. El humedal presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25% modificada con rellenos de tierra y estructuras de cemento que canalizan gran parte del mismo.



Localización del Humedal San Andrés.

El humedal ha estado presionado por múltiples alteraciones hidromorfológicas que afectan la geomorfología, hidrología, calidad de agua y las comunidades biológicas, lo que

en conjunto involucra toda la funcionalidad del sistema. Entre las obras hidráulicas que alteran el funcionamiento normal del sistema se puede mencionar la canalización de gran parte del humedal y descargas de efluentes. El uso urbano es el principal factor de tensión ya que gran parte del humedal se ha ido perdiendo debido a la existencia de rellenos para construir un importante polígono industrial (Centro comercial La Polar-Lider-Sodimac, Centro de eventos y hotel, medio comunicación, Servicentro, Centro de Bodegajes, Maestranza, Venta de Vehículos, Aserradero, Aceros Hoshschild, Reciclaje (SOREPA), Correos, Diario el Sur, Clínica Universitaria, etc.) y desarrollo inmobiliario. Como resultado se ha fragmentado todo el sistema de humedales que comparten Concepción y Talcahuano quedando algunos parches aislados e insertos en la matriz urbanística de la región, sin la implementación de medidas efectivas de gestión más que ganar terrenos.

El agua se observó un poco turbia, no se detecta olor fuerte, la vegetación de helófitos en el perímetro del humedal no supera el 50%, y en el humedal ocupa más el 90% por lo que se considera como palustre. La comunidad dominante la conforman individuos de la especie *Scyrpus californicus* el estrato arbóreo está conformado por árboles alóctonos aislados, el agua de este humedal es permanente. La vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal corresponde a individuos de la especie *Ranunculus sp.*, ocupando menos del 25% del humedal. Se observó que la vegetación flotante está dominada por plantas vasculares o carófitas.

En el humedal se observaron descargas de alcantarillado del polígono industrial

correspondientes a aceites y/o grasas. Se tomaron medidas de algunos parámetros antes y después de la descarga los cuales se presentan en la tabla 20.



Descarga de aguas lluvias que lleva alta cantidad de hidrocarburos al sistema acuático.

Se observaron individuos de la especie tagua frente roja, tagua grande y tagua frente amarilla.

En cuanto a la funcionalidad hidrológica el humedal permite el control de las inundaciones, reduce la erosión potencial, actúa como recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica, de hecho es la continuidad del Humedal Paicaví. Biológicamente es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y refugio, contribuye al mantenimiento de la biodiversidad y a la producción de biomasa.



Humedal (vecino al Diario el Sur) que ha sido transformado en canal de drenaje mediante rellenos compactados para el desarrollo urbanístico.

- **Humedal Alemparte**

Este humedal es parte de el gran humedal San Andrés que actualmente esta delimitado por la Autopista Concepción- Talcahuano, la Avenida Jorge Alessandri, la Calle Alemparte y el enlace desde Autopista a la Universidad Federico Santa María, sin embargo, recibe su nombre ya que colinda con la Calle Alemparte. Dicho humedal también está desapareciendo por el extremo que colinda con las inmediaciones del centro comercial del Diario El Sur. Se observó maquinaria pesada trabajando en el interior del humedal y múltiples rellenos hechos de tierra y escombros.



Vegetación alóctona que rodea humedal.



Presencia de rellenos en el interior del humedal.

5.2.7 Humedal Perales

Humedal palustre localizado al costado de la rotonda del Puente Perales en Talcahuano con índice de estado de conservación calificado como “Medio”, es un humedal urbano ubicado entre las principales avenidas de la vía que conduce de Concepción a Talcahuano – sector Perales y que cruza el autopista hacia el gran humedal Paicaví-Morro-Andalién. Presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25%, recibe las aguas lluvias producto de la escorrentía provenientes de los sectores colindantes con el Puente Perales como San Eugenio, Esmeralda, Santa Leonor y Nueva Visión.

Su entorno tiene rellenos de cemento en más del 50% del perímetro del humedal, con infraestructuras hidráulicas como canales de agua, rodeado por vías urbanas en su área de protección y/o amortiguación, viviendas a su alrededor, alto tráfico de personas y vehículos de todo tipo, presencia significativa de desperdicios visible en el humedal y en los alrededores, con presencia de fauna doméstica. No obstante, parte de él es un

interesante modelo de integración, puesto que se ha implementado junto con los vecinos un pequeño parque y puente que lo cruza, de modo de hacerlo más atractivo para su conservación en un modelo de humedal urbano.



Vegetación palustre en el humedal Perales.

El aspecto del agua se observó muy turbia y sin olor fuerte, se encontró que la vegetación de helófitos en el cinturón y extensión en el humedal ocupa más del 90%, presenta como comunidad dominante el carrizo (*Poaceae*, *Phragmites australis*), el estrato arbóreo está representado por árboles alóctonos aislados, se considera un humedal con espejo de agua temporal.



Vegetación flotante del humedal Perales dominada por ***Lemna gibba***.

La vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal está representada por *Ranunculus sp.* y lenteja de agua las cuales ocupan entre el 25 y 90%. La comunidad de vegetación flotante está dominada por individuos de la especie *Lemna gibba* (lenteja de agua). En materia de gestión actualmente se desarrolla un proyecto con la agrupación Coordinadora Talcahuëño “Recreando el presente, enredándonos con el Humedal Perales”, con el apoyo del Fondo de Protección Ambiental y la Municipalidad de Talcahuano, cuyos objetivos según sus impulsores son convertir al Humedal Perales, en un Parque para la Educación Ambiental o más bien en un Aula abierta y natural, en la cual tanto niños y jóvenes de la comunidad se pongan en contacto con la naturaleza y así puedan comprender la importancia de los cuerpos de agua, tanto para el ser humano como para la flora y fauna del sector.



Vegetación palustre en el humedal Perales, dominada por carrizo.

5.2.8 Laguna Macera

Su tipología corresponde a un humedal lacustre. La calificación del índice de estado

de conservación es de “Muy Malo”. La laguna Macera presenta una acusada pendiente de la franja litoral (entre el 50 y 75%) la cual se encuentra modificada por la presencia de rellenos de tierra en más del 50% del perímetro del humedal. El desarrollo inmobiliario en sus alrededores es importante, se observa presencia significativa de desperdicios en los alrededores de la laguna.



Laguna Macera con rellenos y desarrollo de la vegetación en su ribera.

El agua se observó un poco turbia, no se detectó olor fuerte, la vegetación de helófitos está representada por la especie *Scyrpus californicus* (totora) que ocupa el 25% del humedal, el estrato arbóreo está representado por árboles alóctonos aislados.

Los hidrófitos más representativos son *Ranunculus sp.* especie flotante enraizada en la cubeta del humedal que ocupa menos del 25% de este y *Lemna gibba* (lenteja de agua) que corresponde a una especie flotante y que cubre el 25% del humedal. La comunidad de vegetación sumergida o flotante está dominada por lenteja de agua.



Vegetación flotante y palustre en Laguna Macera, se observa abundante basura flotando en el sistema.

Hidrológicamente la laguna afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, ayuda en el control de inundaciones, actúa como área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes. Biológicamente, contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación y contribuye a la producción de biomasa.

5.2.9 Humedal Villa Dinahue (Denavisur)

Humedal palustre, con índice de estado de conservación “Muy Malo”, presenta una pendiente de la franja litoral entre el 50 y 75%, con rellenos en más del 50% del perímetro del humedal lo que ha facilitado la construcción de una cancha de fútbol en tierra, la cual se inunda en época de invierno. El humedal drena hacia un canal, con vías urbanas a menos de 100 m, es utilizado como sitio para la disposición de escombros, a menos de 100 m se observaron numerosas viviendas, se encuentra bastante intervenido, la vegetación típica del humedal es escasa y hay proliferación de pastos para

el fomento de fauna doméstica (ganado, caballos) y presencia de perros vagos.

Funcionalmente, el humedal ha sido afectado debido a que se ha transformado su estructura, la vegetación típica de estos ecosistemas se limita a unos pocos relictos, en época de invierno se inunda y por ello ayuda al control de las inundaciones, permite la conectividad ecosistémica con esteros más pequeños canalizados actualmente y muy cercanos al humedal.



Tubería para drenar el agua hacia el humedal Villa Dinahue.



Rellenos hechos de tierra y escombros en el humedal Villa Dinahue.



Rellenos y escombros en humedal Villa Dinahue.

5.2.10 Humedal Huachicop

Su tipología corresponde a un humedal palustre con un cuerpo de agua temporal. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde a “Muy Mala”.

La pendiente de la franja litoral se encuentra entre el 50 y 75%, modificada por la presencia rellenos hechos de tierra que han hecho que se pierda más del 50% del humedal. Contiene obras hidráulicas destinadas principalmente a evacuar y drenar el agua que se acumula en periodo invernal.

El desarrollo inmobiliario ejerce una fuerte presión en dicho humedal, así como la presencia significativa de desperdicios visibles en el mismo.

La comunidad dominante en el humedal corresponde a pastizales que ocupan el 95% de extensión, Juncáceas ocupan un 1% aproximadamente. El humedal se considera con permanencia de agua temporal y ha perdido en gran medida su funcionalidad

debido a su degradación y a la depositación continua de escombros.



Relicto de vegetación de helófitos en el humedal.



Humedal dominado por pastos, se observa como se ha compactado el suelo y se ha alterado el hidropériodo.

5.2.11 Laguna Redonda

Al lado de la avenida 21 de Mayo e iniciando el sector Lorenzo Arenas, la Laguna Redonda es un cuerpo lagunar permanente y tradicional de Concepción. Presenta un estado de conservación “Malo”.

Con una pendiente predominante de la franja litoral de alrededor a los 45%, no presenta una vegetación arbórea que la

proteja, se observa un escaso desarrollo de vegetación palustre en el perímetro del humedal mientras que al interior del mismo está ausente. La vegetación sumergida está dominada por especies del género *Pistia*. Se observan desperdicios en el humedal. El agua es un poco turbia no detectándose olor. La presencia de personas en el humedal es frecuente debido a que todo su perímetro se encuentra destinado a áreas verdes para recreación, integrando este espacio a la comunidad. Esta laguna tiene un fuerte potencial de recuperación de sus riberas con vegetación arbórea nativa, pues si bien posee infraestructura colindante hay una distancia adecuada de buffer para manejar el impacto de la ciudad. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Desarrollo inmobiliario en el entorno del humedal.



Infraestructura vial en el entorno de la laguna.



Vista de la Laguna al fondo se observa la calle Colón y las industrias pesqueras del sector

5.2.12 Laguna Recamo

La laguna Recamo corresponde a una laguna artificial que se creó durante la intervención que modificó el flujo del canal el Morro, durante el proyecto de Recuperación Ambiental de Talcahuano (PRAT). La laguna presenta un estado de conservación “Malo”. Estas lagunas fueron intervenidas para aumentar su tasa de renovación de las aguas, principalmente para evitar los malos olores, no obstante, se transformaron rápidamente en sistemas de alto valor paisajístico y ecológico, desde el punto de vista de la creación de hábitats para organismos acuáticos. Siendo además muy valorado por los vecinos. Se ha modificado su forma, profundidad y flujo de agua mediante la creación de diques hechos de tierras, dragados y rellenos para disminuir el tiempo de residencia y mejorar la calidad de sus aguas.

El terremoto volvió a destruir esta laguna y recientemente ha vuelto a ser intervenida para su recuperación.



Laguna Recamo se observan un dique hecho de tierra al medio de la misma

5.3. Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en la cuenca del río Biobío (Tabla 11).

Tabla 11. Humedales asociados a la Cuenca del Río Biobío y su estado de conservación.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Biobío (Desembocadura Norte del Río Biobío) - Curso inferior el río Biobío	Transición entre un estuario y un delta - Palustre Ribereño	48	Media
Laguna Verde	Lacustre	85	Muy Bueno
Laguna Price	Humedal Lacustre dulceacuícola	43	Media
Laguna Grande de San Pedro	Humedal Lacustre	52	Media
Laguna Chica de San Pedro	Humedal Lacustre	37	Mala
Los Batros	Lacustre, ribereño con pajonales	15	Muy Mala
Comaco	Palustre	20	Muy Mala
Lenga	Estuario marisma	37	Mala
Huachipato	Lacustre	44	Media
Guñunhue	Palustre	28	Mala
Frente de Sitrans	Lacustre	47	Media
Cerro Chepe Prat	Palustre		Desaparecido
Camino a Huachipato	Lacustre	35	Mala
Laguna La Señoraza	Lacustre	52	Media

5.3.1 Humedal Desembocadura del Río Biobío

Su tipología corresponde a un humedal estuarino permanentemente inundado por las aguas del río y la entrada alternada de las mareas del mar, con una vegetación palustre de escaso desarrollo.

Su calificación del índice de estado de conservación fue de calidad "Media".

El humedal de la desembocadura del río Biobío presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25%, no se identificaron obras hidráulicas en el sector del humedal. Existe una pista de tierra la que permite una

alta frecuencia de visitantes como un área de recreación por lo cual muestra una presencia significativa de desperdicios visibles en el humedal, además de una plataforma artificial que quedó del proyecto barcaza y que se recomienda su retiro.

El agua se observó muy turbia, pero no se detecta olor fuerte. La vegetación de helófitos en el perímetro del humedal ocupa menos del 25%, en el humedal como tal ocupa el borde. La comunidad dominante está representada por individuos de la especie *Scyrpus californicus* e individuos de la familia Juncaceae. El estrato arbóreo está representado por árboles autóctonos aislados. Se considera un humedal con agua

permanente. Se observó la presencia de aguas servidas. No se observó vegetación sumergida y flotante.

Desde el punto de vista de su funcionalidad la principal importancia es que el humedal afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, altera la turbidez, reduce la energía del oleaje y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Además contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y refugio, soporta una estructura trófica compleja y contribuye a la biodiversidad del lugar.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Humedal ribereño asociado a la desembocadura del río Biobío



Grasas flotantes en la superficie del cuerpo de agua



Estructura artificial que contracta con el paisaje natural de la desembocadura

5.3.2 Laguna Verde

Se localiza dentro del área del Santuario de Hualpén, por lo cual presenta un buen estado de conservación. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio es considerado como “Muy Bueno”.



Se observa el espejo de agua rodeado de bosque nativo y un sector rodeado de ciperáceas y otra vegetación helófito diversa.

Morfológicamente la Laguna Verde presenta una pendiente de la franja litoral entre el 25 y 50%. No presenta rellenos, represas o espigones, tampoco se observaron infraestructuras hidráulicas, inmobiliarias o de otro tipo. Se observaron paneles informativos, además presenta figura de protección debido a que la Laguna pertenece a un predio de la Universidad de Concepción.

En el agua no se detectó olor fuerte, la vegetación de helófitos ocupa el cinturón completo del perímetro de la Laguna y entre el 25 y 50% en la extensión del humedal. La comunidad dominante pertenece a la familia Cyperaceae y en menor proporción Juncaceae. El estrato arbóreo está representado por el cinturón completo de árboles autóctonos.

Es un cuerpo de agua permanente e hidrológicamente, la laguna afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, actúa en el control de inundaciones y es un área de recarga de acuíferos, permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Químicamente,

contribuye al ciclo de nutrientes. Biológicamente contribuye a la productividad primaria, es una fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y refugio, soporta una estructura trófica compleja, aunque se desconocen estudios sobre su biodiversidad, es un área de alto interés científico.

5.3.3 Laguna Price

Su tipología corresponde a un humedal lacustre y presenta un estado de conservación "Medio".

Se localiza en el Costado Costanera Río Biobío después de Puente Juan Pablo II, la actividad económica principal en el humedal es la localización del Centro Comercial Jumbo-Easy, que avanza hacia el humedal además de las poblaciones residenciales aledañas. Cabe señalar que al término de este trabajo el SEA a través del MMA debió paralizar las obras de la empresa que participa en obras de expansión, sin respetar el proyecto original aprobado, esto a consecuencia del reclamo ciudadano.

Asimismo, la Laguna Price se encuentra rodeada de pastizales bajos, principalmente por especies introducidas y en menor proporción de especies nativas.

El humedal ha estado presionado por múltiples factores de tensión que conllevan diversas alteraciones hidromorfológicas que afectan aspectos de tipo geomorfológicos, hidrológicos, de calidad de agua y de las comunidades biológicas del humedal; lo que en conjunto involucra la pérdida de funcionalidad del sistema.



Laguna Price inserta en la llanura del Biobío y rodeada de construcciones

El humedal se encuentra casi completamente ocupado con helófitos (mayor del 90%) dominando *Cyperus eragrostis* (Totora) y por la presencia de árboles alóctonos. La vegetación flotante está representada por la especie nativa *Ranunculus* sp.



Canalización para las aguas lluvias que desembocan en el humedal, se observa la presencia significativa de desperdicios en el entorno.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones y ayuda a la conectividad ecosistémica para el conjunto de humedales urbanos. Desde el punto de vista químico

contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves. El aspecto del agua es muy turbia. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



*Abundante Vegetación de helófitos en todo el humedal en primer plano se observa Carex y al fondo especies del género **Cyrtus californicus***

5.3.4 Laguna Grande de San Pedro

Corresponde al cuerpo de agua más importante de San Pedro y de Concepción Metropolitano. Su tipología corresponde a un humedal tipo lacustre y su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde a “Media”.

Morfológicamente, la laguna presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25%, modificada por la presencia de rellenos fundamentalmente hechos de tierra. Se observó la presencia de infraestructuras hidráulicas como ductos de agua, extracción de agua y descargas de aguas fluviales.



Laguna Grande sector marina del club de canotaje.

Existe vía urbana asfaltada a menos de 100 m, con un importante desarrollo inmobiliario y urbanístico en los alrededores de la laguna. Se observó presencia significativa de desperdicios en el perímetro del humedal, específicamente en el sector que colinda con el parque recreativo. Cuenta con paneles informativos y miradores en el parque recreativo cerca a la laguna. En este sentido existe una búsqueda de la integración al paisaje urbano, no obstante, por el extremo opuesto existe un desarrollo inmobiliario importante que debe considerar un manejo adecuado para evitar la llegada de aguas contaminadas al sistema.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, sin olor fuerte. Presencia de helófitos en el perímetro de la laguna (entre el 25 y 90%) mientras que en el humedal solo ocupa el borde. La comunidad dominante está representado por individuos de la especie *Scyrrpus californicus* y las familias Juncaceae y Cyperaceae. El estrato arbóreo está representado por plantaciones de pinos y eucaliptos, con escasos árboles autóctonos aislados, asociados al actual parque.

Se observó vegetación sumergida y flotante con abundancia de “luchecillo” en casi todo el borde de la laguna, el cual es limitado en su crecimiento por abundantes cisnes.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Laguna Grande sector donde se aprecia el desarrollo de juncas en el borde.

Desde el punto de vista hidrológico el humedal afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, actúa en el control de inundaciones, es un área de recarga de acuíferos y mantiene la conectividad ecosistémica. Biológicamente, contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, zonas de refugio, contribuye a la biodiversidad y a la producción de biomasa.

Este sistema evacúa sus aguas por el estero los Batros que constituye uno de los humedales palustres más importantes de San Pedro.

5.3.5 Laguna Chica de San Pedro

Es un humedal lacustre. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio es de clase “Mala”.

El humedal ha estado presionado por múltiples factores de tensión que traen consigo diversas alteraciones afectan aspectos geomorfológicos, hidrológicos, de calidad de agua y de las comunidades biológicas del humedal lo que en conjunto involucra la funcionalidad del sistema. Entre las obras hidráulicas que alteran el funcionamiento normal del sistema se pueden mencionar el entubamiento que conecta las lagunas grande y chica, diversas extracciones de agua, obras que modifican la red hidrográfica del sistema lagunar. Por otra parte, el litoral de la laguna ha sido fuertemente degradado debido a las ocupaciones urbanísticas residenciales que en su mayoría son ocupadas durante todo el año.



Trabajos de despeje de vegetación y construcción en la cuenca de drenaje de la laguna



Muelle del balneario de la Universidad de Concepción en la Laguna Chica de San Pedro, donde se aprecia el uso de la ribera opuesta con casas habitación

El humedal presenta una pronunciada pendiente de la franja litoral entre el 50% y el 75%, modificada por la presencia de rellenos en diversos sectores hechos de tierra principalmente. Por lo que existe un escaso desarrollo de vegetación palustre. Vegetación de helófitos en el perímetro del humedal menor a un 25%. La comunidad dominante está representada por individuos de la especie *Scypus californicus*. El estrato arbóreo está representado por árboles plantaciones de pino y autóctonos aislados.

Se observó vegetación sumergida o flotante dominada por plantas vasculares o carófitas. Con presencia de *E. densa* (luchecillo), en todo el fondo del sistema. El aspecto de agua se observó un poco turbia, no se detectó olor fuerte. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Ribera con desarrollo de plantaciones nativa en el borde de la Laguna de San Pedro.

Desde el punto de vista hidrológico el humedal afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, permite el control de inundaciones, al mismo tiempo que actúa como un área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica.

5.3.6 Humedal Los Batros

Corresponde a un humedal tipo palustre (dominado de forma permanente por vegetación de helófitos), el cual se forma en las planicies de inundación del cauce que evacúa la Laguna Grande San Pedro. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio fue de “Muy Mala”.

Morfológicamente, el humedal presenta una pendiente de la franja litoral menor al 25%, con rellenos hechos de tierra y de cemento en más del 50% del perímetro del humedal, debido al gran desarrollo inmobiliario generado en los últimos 10 años, ya que por la construcción de estos conjuntos habitacionales se ha rellenado el sector de amortiguación y del interior del humedal, igualmente ésto ha llevado a la canalización

de las aguas del humedal en sectores al interior de San Pedro del Valle, donde la empresa constructora realizó un diseño paisajístico generando estos canales de agua, en los cuales se han observado desagües de agua lluvias al canal. Las aguas de este canal no presentan buen aspecto, se observan turbias y la vegetación de helófitos en estos canales queda reducida a pequeñas manchas, en los bordes se observa escaso desarrollo de esta vegetación. Estas áreas son utilizadas como zonas recreativas de alto tráfico de personas. Hacia el sector de la ruta 160, el humedal es utilizado para el cultivo de hortalizas, hacia la desembocadura del estero Los Batros el humedal es utilizado para uso ganadero. Las áreas sin intervención con características naturales del humedal cada vez son menos.

Además de la baja pendiente, el estero se encuentra con una obstrucción a su circulación al pasar bajo los puentes de la Ruta 160 (viales y ferroviarios), lo que sumado al tipo de vegetación presente en la llanura de inundación, hacen que las velocidades de escurrimiento en el cauce sean muy bajas, lo cual le entrega características de humedal y permite el desarrollo y mantención de distintas especies de flora y fauna (EULA, 2006).



Áreas de inundación definidas por el Plan Maestro de Aguas Lluvias de San Pedro de la Paz, el año 2002 (EULA, 2006).

La cota de fondo del estero en su punto de descarga al río Biobío (0,07 msnm.), indica que cualquiera sea la altura del río Biobío en ese punto, el estero tendrá una condición de descarga ahogada, vale decir, existirá un peralte del eje hidráulico del estero, de forma de permitir la descarga. Esto significa que normalmente el estero anega sus terrazas y planicies de inundación, variando la extensión de éstas en función de la altura alcanzada por el río Biobío en el punto de confluencia. Se debe considerar el efecto obstructor que tienen los puentes viales y de ferrocarriles sobre el normal escurrimiento del estero, presentando la sección transversal un ancho promedio de 9,4 m. Esto, sumado a la ocurrencia de una crecida con un aumento en la cota del río Biobío, significa que el cauce del estero puede ser represado hacia aguas arriba de la obstrucción (EULA, 2006).

Recibe también descargas laterales como los canales Pedro Aguirre Cerda por la ribera norte y el canal La Foresta por la ribera sur. Además y conforme a lo indicado en el Plan Maestro de Aguas Lluvias, 2002, se consideran algunas áreas adyacentes al

estero que si bien no están canalizadas, drenan por condición natural al estero.

Por último se incorporan las descargas del Proyecto de Evacuación de Aguas Lluvias del Loteo San Pedro del Valle (SPDV), (EULA, 2006).

Frente a mayores caudales asociados a mayores períodos de retorno, el río Biobío ingresa aguas arriba del estero Los Batros, inundando las planicies ubicadas a una menor cota que en crecida de aguas máximas inunda gran parte de la Zona de Valor Natural ubicada al surponiente del estero, y en la cual una parte hoy en día está ocupada por zonas urbanas de San Pedro del Valle (EULA, 2006).



Rellenos de tierra y cemento para el crecimiento inmobiliario.



Vegetación palustre en humedal Los Batros.



Lagunas artificiales que se han formado como parte del paisaje que integra el desarrollo inmobiliario con el sistema Los Batros.

5.3.7 Humedal Comaco

Humedal tipo palustre con índice de conservación considerado como “Muy Malo”, morfológicamente el humedal tiene menos del 25% como pendiente de la franja litoral, es un humedal muy intervenido con un polígono industrial y viviendas en su entorno, ha sido canalizado en su totalidad, se observa escasos relictos de la vegetación típica de humedal debido a que ha sido sometido a rellenos hechos de tierra en más del 50% de su perímetro. Está atravesado por una pista de tierra y algunos caminos, aunque con escaso tráfico de personas pero con alta vulnerabilidad ante el tráfico de maquinaria pesada. Este humedal ha sido canalizado para ser drenado en su totalidad sin dejar áreas de amortiguación y/o protección, y sólo se aprecian vegas con alguna vegetación típica de humedal.

El aspecto del agua en el canal se observó muy turbia, no se detectó olor fuerte, no se observó vegetación de helófitos. Su vegetación se caracteriza por la presencia de carrizo en un 10% y presencia de árboles

alóctonos aislados. Se observó un canal de agua y su vega en el humedal por lo que se puede considerar como un cuerpo de agua permanente. No se observó vegetación sumergida o flotante.

El humedal se observa bastante degradado por lo que su funcionalidad hidrológica física, química y biológica está afectada.



Canal de desagüe de lo que fuera el humedal Comaco.



Vegetación flotante en humedal Comaco.

5.3.8 Humedal Lenga

Es un humedal tipo estuarino y el índice de estado de conservación lo califica como calidad “Mala”.

Morfológicamente, el estuario de Lenga presenta una pendiente de la franja litoral entre el 25 y 50% con importantes rellenos y evidencia de aterramiento. Entre las obras hidráulicas se observa la presencia de puentes, conductos que atraviesan el humedal, extracciones de agua y canales. Con descargas de efluentes del polígono industrial situado en las inmediaciones del humedal tanto en el entorno como dentro del humedal. Se encuentra atravesado por pistas de tierra que lo fragmenta y vía urbana asfaltada a menos de 100 m del humedal. El humedal se encuentra contiguo a una caleta de pescadores los cuales obtienen múltiples usos y servicios del mismo como el cultivo de algas.

La presencia de la caleta presiona al humedal debido a que han ido rellenoando algunos sectores cercanos a la desembocadura del estuario con escombros. Hacia el sector litoral con mayor pendiente alrededor del humedal se realizan actividades agrícolas (hortalizas), y silvícolas. También se observaron actividades de tipo ganadero en el interior del humedal hacia el sector opuesto a la desembocadura.

Con un alto tráfico de personas especialmente los fines de semana y presencia de abundante fauna doméstica. Además, existen abundantes desperdicios visibles en el humedal y en los alrededores.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no se detectó olor fuerte, se observaron algas en la superficie del agua a nivel de la desembocadura. La vegetación de helófitos se observó en el cinturón completo del perímetro en más del 90%, en el humedal la vegetación ocupa entre el 50 y el 90%. La comunidad dominante corresponde a comunidades multiespecífica de las especies *Spartina sp.*, *Sarcocornia sp.*, *Scyrpus sp.*, especies de la familia Cyperaceae y Juncaceae. El estrato arbóreo está representado por la presencia de plantaciones autóctonas y alóctonas en el borde y sus alrededores. La vegetación flotante en la superficie del humedal corresponde aproximadamente al 25% y corresponde a una comunidad dominada por lentejas de agua.



Humedal de Lenga con abundante fauna avícola.



Polígono industrial aledaño al Humedal Lenga.

En cuanto a la funcionalidad hidrológica el humedal actúa en el control de inundaciones, afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, reduce la erosión potencial, es un área importante de recarga de acuíferos y permite la conectividad ecosistémica. Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes y biológicamente aporta en gran medida en la productividad primaria, es una gran fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y refugio especialmente para especies de aves, contribuye a la biodiversidad y a la producción de biomasa del sector que es un importante aporte energético a la zona costera adyacente.



Rellenos hechos de tierra y escombros en la parte final del estuario de Lenga.

5.3.9 Humedal Huachipato

El humedal Huachipato está conformado por tres lagunas y su área de inundación adyacente se encuentra situado en el predio particular de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. entre Rocoto y el camino a Lenga. El estado de conservación es considerado “Medio”.

En el entorno se observan una extensa área de plantaciones de *Pinus radiata*. Los cuerpos lacustres presentan un estado de eutrofización avanzado.

Múltiples estudios se han llevado en el humedal, así también se ha desarrollado un proyecto para el Desarrollo de un Plan de manejo y conservación del humedal, realizado en el año 2006 por el Centro EULA.



Vista aérea de las lagunas que comprenden el humedal Huachipato.

5.3.10 Humedal Guñunhue

El humedal presenta un estado de conservación “Malo”. Gran parte del humedal presenta rellenos hechos de tierra y de cemento. El humedal se encuentra inmerso en la matriz urbana de la comuna de

Hualpén, por lo que los principales factores de tensión son el fuerte desarrollo urbano que comprime el humedal, la impermeabilización y compactación de suelos, y las infraestructura vial que lo fracciona al existir una vía que parte el humedal en dos sectores sin conexión superficial.

Por otro lado la presencia de fauna alóctona es frecuente en el humedal.



Lámina de agua en el humedal Guñunhue.

Dichas presiones identificadas dan como resultados alteraciones, tales como: modificación de la red hidrográfica, pérdida de hábitats y deterioro en la calidad de las aguas.



Tubería de descarga de aguas lluvias que desemboca al humedal.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.3.11 Humedal Frente Sitrans

El humedal presenta un estado de conservación “Media”. Corresponde a un humedal tipo lacustre. El humedal se encuentra al costado de la Calle Gran Bretaña

Morfológicamente, el humedal presenta una pendiente de la franja litoral entre el 25 y 50%, No presenta rellenos, represas o espigones, tampoco se observaron infraestructuras hidráulicas, inmobiliarias o de otro tipo. Pero si la existencia de un polígono industrial.



Espejo de agua del humedal Frente Sitrans.



Vegetación en el litoral del humedal destacando la especie *Carex sp.*

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.3.12 Humedal Cerro Chepe

Gran parte de este humedal ha desaparecido, debido al importante desarrollo inmobiliario existente en el sector, solo existe un relicto que en momentos de la visita estaba siendo drenado y rellenado para continuar con la expansión inmobiliaria.



Relleno del humedal.



Desarrollo inmobiliario en el entorno del humedal.

5.3.13 Humedal Camino a Huachipato

El humedal presenta un estado de conservación “Malo”. Se ubica entre las Calles Gran Bretaña y Avenida Rocoto y contiguo a la empresa química OXY.

En el entorno del humedal se encuentra un estacionamiento de camiones de carga y un importante polígono industrial. Sin embargo, se observa una importante comunidad de aves en el humedal. La vegetación de helófitos está representada fundamentalmente por *Cyrpus californicus*.

El agua se observa muy turbia y con presencia de grasas y aceites en superficie. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Vegetación palustre, atrás se observa la carretera Gran Bretaña.



Se observa el estacionamiento de camiones en el entorno de la Laguna.

5.3.14 Laguna La Señoraza

La Laguna se encuentra situada en el núcleo urbano de la ciudad de Laja y se encuentra fuertemente presionada y contraída por la presencia de un fuerte desarrollo inmobiliario en su entorno. El estado de conservación clasificó como "Medio".

La laguna presenta evidencias de eutrofización, los fondos se encuentran cubiertos por *Ceratophyllum sp.* El agua posee un aspecto turbio detectándose un fuerte olor.

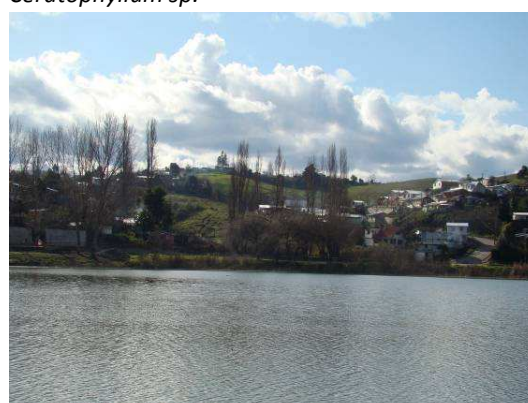


Vista general de la Laguna.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



*Vegetación sumergida dominada por *Ceratophyllum sp.**



Vista de la laguna con desarrollo urbano en su ladera.

5.4. Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas costeras entre río Bío-Bío y río Manco (Tabla 12)

Tabla 12. Humedales de las Cuencas Costeras entre río Biobío y río Manco.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Quiñenco	Lacustre	45	Media
Coronel	Palustre	30	Mala
Lomas Coloradas	Palustre	48	Media
Ruta 160	Palustre	35	Mala

5.4.1 Laguna Quiñenco

Es una pequeña laguna al interior de Coronel, a los pies de la cordillera de Nahuelbuta. Es un cuerpo de agua muy importante, pues es donde se extrae el agua potable para la ciudad de Coronel, por lo cual tiene un agua de buena calidad proveniente de pequeños esteros de la Cordillera. Su estado de conservación es “Medio”, aunque está rodeado de plantaciones forestales y algunos pastizales de uso ganadero; presenta en casi toda periferia el desarrollo de juncáceas y prácticamente aun no existen poblaciones a su alrededor, no obstante preocupa el desarrollo urbano sobre sectores aledaños que pueden avanzar sobre el sistema lagunar.



(Ext. de : <http://www.panoramio.com/photo/5679791>)

5.4.2 Humedal Coronel

Humedal palustre localizado en el sector de Lagunillas vía ruta 160 cerca al By pass y Escuadrón, con un índice de estado de conservación considerado como “Malo”. Este humedal hizo parte de una gran humedal localizado en el sector Escuadrón que ha sido fuertemente intervenido por la construcción de viviendas, actualmente rellenado para levantar un puente y ampliación de la ruta 160. Presenta una pendiente de la franja litoral menor al 25%, se encuentra atravesado por pistas en tierra hechas con

rellenos de tierra en más del 50% de todo el humedal, además de encontrarse rodeado de locales industriales (sector de Escuadrón) los cuales dejan escombros y basuras a su alrededor. Se observaron grandes ductos de aguas lluvias que descargan al humedal que demuestran su funcionalidad. Como el humedal ha sido transformado, la vegetación típica de humedal se limita a algunos relictos dando espacio al crecimiento de pastos y con ello la actividad ganadera. Presenta un alto tráfico de personas y vehículos, con presencia de fauna doméstica (caballos, ganado y perros).



Canalización para el drenaje del humedal Coronel.

El aspecto del agua se observó muy turbia y con olor muy fuerte desagradable, en el humedal se observó gran cantidad de individuos de la familia Poaceae. En los relictos del humedal original la comunidad dominante está representada por individuos de las familia Juncaceae y de la especie *Totora sp.* La vegetación sumergida y flotante enraizada en la cubeta del humedal se presenta en menos del 25%. Con relación a las comunidades de vegetación sumergida y flotante están representadas por especies alóctonas abundantes mayores al 20%.

El humedal se observa bastante degradado por lo que su funcionalidad hidrológica, (física, química y biológica) se encuentra altamente deteriorada. Es un humedal que ha sido canalizado en su totalidad y sólo se aprecian vegas con alguna vegetación típica de humedal.



Rellenos del humedal y tuberías de descargas al cuerpo de agua.



Actividades ganaderas en el humedal Coronel.

5.4.3 Humedal Lomas Coloradas

Humedal tipo palustre con un índice de estado de conservación calificado como "Medio", el humedal pertenece al Fundo Los Queules, privado y poco frecuentado por personas. Morfológicamente, presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25% lo que favorece el crecimiento de vegetación

palustre y condiciones de anegamiento en períodos de alto escurrimiento de áreas aledañas, es un área de recarga de acuíferos. No presenta en su entorno desarrollo de infraestructuras varias como vías y gran número de viviendas. Existe una cancha de futbol de carácter privado con baja afluencia de personas. El uso del suelo en el entorno del humedal básicamente es silvícola.



Humedal Lomas Coloradas.

Se observó como comunidad dominante individuos de la familia Juncaceae entre el 50 y 75%, el estrato arbóreo está representado por plantaciones alóctonas.

Hidrológicamente, el humedal actúa en el control de las inundaciones, reduce la erosión potencial, actúa como área de recarga de acuíferos y ayuda a la conectividad ecosistémica, químicamente contribuye al ciclo de nutrientes. Contribuye a la productividad primaria, aporta como fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y de refugio para especies de anfibios y aves, aportando de esta forma a la producción de biomasa.



Vegetación palustre dominada por Cyperáceas en el humedal Lomas Coloradas.

5.4.4 Humedal Ruta 160 (Lagunillas–Hospital de Coronel)

Humedal palustre con un índice de estado de conservación que califica como “Malo”, el humedal se encuentra localizado en la comuna de Coronel y se extiende desde el sector de Lagunillas hasta el Hospital San José de Coronel, este humedal ha sido fuertemente fragmentado por el trazado de la ruta 160, la localización de industrias, numerosas viviendas, y en la actualidad obras de infraestructura como la ampliación de la ruta 160.

Sólo se observan relictos a lo largo de la vía con vegetación típica de humedal y algunos sectores anegados. También se observa que los fundos donde la principal actividad es la ganadería han canalizado las aguas a fin de crear grandes zonas de pastizales, que se alternan con la vegetación de humedal. Morfológicamente, predomina una pendiente de menos del 25%, presencia de rellenos en más del 50% del perímetro del humedal de tierra y cemento. Hay presencia de infraestructuras hidráulicas relacionadas

con canales de agua, con carretera asfaltada a menos de 100 m.

El uso del suelo predominante en el humedal es ganadero y silvícola, alto tráfico de vehículos por el sector, presencia de fauna doméstica. La vegetación de helófitos en el humedal ocupa entre el 50 y 90%, la comunidad dominante está representada por individuos de la especie *Totora sp.*, el estrato arbóreo está representado por cinturón completo de árboles alóctonos (principalmente *Eucaliptus*).



Ruta 160 que fragmenta el humedal y muestra la vegetación helófito.

Hidrológicamente, el humedal actúa en el control de las inundaciones, reducción de la erosión potencial, área de recarga de acuíferos, permite la conectividad ecosistémica. Contribuye con el ciclo de nutrientes y a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, refugio especialmente a especies de

anfibios y aves, contribuyendo a la cría y alimentación de la biodiversidad y por ende a la producción de biomasa.



Humedal ruta 160, donde se aprecian los rellenos y la vegetación alóctona.



Restos de vegetación palustre entre los relleno.

5.5 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas costeras entre río Manco (incluido) y río Laraquete (Tabla 13).

Tabla 13. Humedales en las cuencas Costeras entre Río Manco (incluido) y Río Laraquete.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Colcura	Estuario intermareal de tipo marisma	34	Mala
Chivilingo	Estuario intermareal de tipo marisma	29	Mala
Entrada a Lota	Palustre	20	Muy Mala

5.5.1 Humedal Colcura

Humedal Palustre con un índice de estado de conservación “Malo”, con una pendiente de la franja litoral menor del 25%, fuertemente intervenido por rellenos hechos de tierra en más del 50% del humedal, rodeado por la ruta 160 hacia Arauco y pista forestal en tierra hacia su otro costado, en su entorno se destaca la presencia de un gran polígono industrial que avanzó hacia el estero rellenando y compactando los terrenos.

Presenta también numerosas viviendas, alto tráfico vehicular (camiones y vehículos pequeños), que en conjunto restringen el humedal a algunos relictos. Se observaron desperdicios como escombros y basura alrededor del humedal y fauna doméstica. En los relictos de humedal se observó vegetación de helófitos en el perímetro y en el interior del humedal ocupando más del 90%, lo que habla de su importancia. La comunidad dominante está representada por individuos de la familia Cyperaceae (*Scirpus californicus*).



Pajonales en el humedal Colcura.



Escombros en el humedal Colcura.

Funcionalmente, el relicto de humedal permite el control de las inundaciones, reduce la erosión potencial, actúa como área de recarga de acuíferos, a pesar que se encuentra fragmentado ayuda al mantenimiento de la conectividad ecosistémica con otros relictos de vegetación, formando parte del complejo Lagunillas - Escuadrón. Biológicamente, contribuye a la productividad primaria y a la producción de biomasa.

5.5.2 Humedal Chivilingo

Estuario con un índice de estado de conservación que califica como “Malo”, localizado en la comuna de Lota, cerca de la Playa denominada Chivilingo, atravesado por un puente que hace parte de la ruta 160 que conduce a la comuna de Arauco.

Morfológicamente, el estuario presenta una franja litoral con una pendiente entre el 25 y 50%, con poco desarrollo de viviendas alrededor, hacia los cerros presenta suelos con uso silvícola, con alto tráfico de personas y vehículos por tratarse de una vía de carácter regional. Presencia significativa de desperdicios visibles en el humedal y fauna alóctonas o doméstica.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no se detecta olor fuerte. Con vegetación de helófitos en el perímetro entre el 25 y 50% y ocupa en la extensión del humedal entre 50 y el 90%. La comunidad dominante está representada por individuos de la familia Juncaceae, es un cuerpo de agua permanente. El estrato arbóreo está representado por cinturón completo de árboles alóctonos. Presenta vegetación

sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal con menos del 25%, dicha vegetación corresponde a plantas vasculares o carófitas. Se observaron especies de aves de huairavillo, golondrinas y huairavo principalmente.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Puente que cruza el estuario Chivilingo.



Vegetación palustre en el estuario Chivilingo.

5.5.3 Humedal Entrada a Lota

Corresponde a un humedal tipo palustre con un índice de estado de conservación “Muy

Malo”, morfológicamente predomina una pendiente de la franja litoral menor al 25%, con rellenos hechos de tierra en más del 50% del humedal, presencia de infraestructuras hidráulicas como canales y extracciones de agua para drenar el humedal. En el momento de la observación estaba en proceso de rellenando y agotando el agua del humedal para próximas construcciones que se harían sobre el humedal. La Ruta 160 y numerosas casas se encuentran a menos de 100 m. En el interior del humedal se observaron presencia de pastos para la actividad ganadera y uso silvícola, alto tráfico de personas, vehículos y maquinaria pesada y camiones tolva. Presencia de fauna doméstica (caballos y perros). La gestión que se pueda realizar en este humedal resultará poco efectiva debido a que está prácticamente desaparecido en su gran extensión, en la actualidad el perímetro del humedal se encuentra canalizado y desplazado hacia los bordes del relleno.

El aspecto del agua se observó muy turbia sin olor fuerte. La vegetación de helófitos se extiende en el perímetro del humedal en menos del 25%, en el interior del humedal ocupa entre el 25 y 50%. La comunidad dominante está representada por individuos de la familia Juncaceae, el estrato arbóreo está representado por la presencia de árboles alóctonos aislados, se considera un humedal con presencia temporal de agua.

Funcionalmente, este humedal ha sido modificado por todas las actividades de relleno y construcción de infraestructura, su

canalización es reciente y el área del humedal ha sido disminuida. En este sentido, la actual categorización no tiene relevancia por el impacto que tendrán los proyectos actuales.



Los rellenos abarcan más del 80% del humedal que se asociaba al estero Manco, el cual se ha transformado en un patio de camiones.



Trabajos de relleno en el humedal entrada a Lota.

5.6. Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas río Carampangue (Tabla 14).

Este es un complejo de humedales, los cuales no interactúan de manera aislada, y en conjunto contribuyen al ciclo de nutrientes, contribuye a la productividad primaria siendo fuente de alimentación, proporciona zonas de cría y refugio especialmente a especies de aves, contribuyendo a la producción de biomasa.

Tabla 14. Humedales en la Cuenca del Río Carampangue.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Carampangue (costado río)	Palustre	31	Mala
Ramadillas	Palustre	61	Buena
Río Carampangue (costado Cementerio)	Palustre	35	Mala
Estuario Barrio Pescador	Estuario	35	Mala
Estero el Molino - Laraquete	Humedal Boscoso y Palustre	31	Mala
Sector Horcones Playa	Humedal Boscoso	56	Media

5.6.1 Humedal Carampangue (costado río)

Humedal palustre con un índice de estado de conservación considerado como “Malo”. Se trata de un complejo de humedales localizado en el sector bajo del río Carampangue, predomina una pendiente de la franja litoral menor del 25%, con presencia de rellenos de cemento hacia la vía, con infraestructura hidráulica como canales de agua y allí se encuentra localizada la bocatoma que abastece el acueducto de Arauco. Con carretera asfaltada a menos de 100 m, a menos de 100 m se encuentran numerosas viviendas. Predomina un uso del suelo ganadero principalmente y uso agrícola. Con alto tráfico de vehículos y

personas durante le día, presencia de fauna doméstica.



Humedal Carampangue.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no se detectó olor fuerte, en cuanto a la vegetación de helófitos se observaron individuos de la familia Poaceae.

El estrato arbóreo está representado por plantaciones alóctona. Se consideran humedales palustres con presencia temporal de agua.

Hidrológicamente, este humedal permite el control de inundaciones, reduce la erosión potencial y es un área de recarga de acuíferos, ayuda a la amortiguación de las inundaciones del río Carampangue hacia su desembocadura y mantiene la conectividad ecosistémica.

Contribuye al ciclo de nutrientes puesto que se trata de un sistema complejo de humedales, esteros y el río que intercambian materiales, en especial durante las épocas invernales donde aumentan los flujos de agua desde y hacia el río Carampangue. Biológicamente contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, refugio y alimentación para especies de aves, anfibios, reptiles, mamíferos, entre otros, contribuye al mantenimiento de la biodiversidad y por lo tanto a la producción de biomasa.

5.6.2 Humedal Ramadillas

Su tipología corresponde a un humedal palustre con un cuerpo de agua temporal. Su calificación del índice de estado de conservación es considerada como "Bueno". La presencia de una pendiente de la franja litoral menor del 25%, sin modificación de rellenos permite el desarrollo de una comunidad de helófitos de gran entidad que abarca corresponde a un cinturón completo y ocupa todo el humedal mayor al 90%. La comunidad dominante está representada por individuos de la especie *Scyrpus sp.* y no se observó vegetación sumergida y flotante.

El principal agente estresor identificado corresponde al uso del suelo en el entorno del humedal el cual es agrícola, ganadero y silvícola.



Arbustos sobre rellenos en el Humedal Ramadilla.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no se detecta olor fuerte. Se observaron aves de la especie siete colores.

Desde el punto de vista hidrológico físico el humedal permite el control de inundaciones, reduce la erosión potencial y actúa como recarga de acuíferos permitiendo el mantenimiento de la conectividad ecosistémica.



Humedal Ramadillas, donde se observa la presencia de un "siete colores".

Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes, biológicamente contribuye a la productividad primaria, presenta reservorios como fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, de refugio especialmente para especies de aves y anfibios, contribuyendo al resguardo de la biodiversidad y producción de biomasa.

5.6.3 Humedal Río Carampangue

Corresponde a un humedal palustre con un cuerpo de agua semipermanente. Su calificación del índice de estado de conservación es considerada como “Mala”. Morfológicamente, predomina una pendiente entre el 25 y 50% modificada por la presencia de rellenos de cemento y roca. No se detectaron infraestructura hidráulicas en el humedal. Los usos agrícola y ganadero en el interior del humedal son la principal presión identificada. La presencia de la carretera (vía a Lebú) permite un alto tráfico de vehículos y de personas alrededor del humedal.



Visión general del humedal Carampangue.

El aspecto del agua se observó un agua muy turbia, no se detecta olor fuerte. La vegetación de helófitos ocupa el perímetro

del humedal entre el 25 y 90%, la extensión en el humedal ocupa entre el 25 y 50%. La comunidad dominante corresponde a individuos de la familia Juncaceae. El estrato arbóreo está representado por plantaciones alóctonas. La vegetación sumergida y flotante está representada por *Ranunculus sp.* y *Lemna gibba* (lenteja de agua) con menos del 25% en la superficie del humedal. Se observaron aves acuáticas con abundantes “Taguas”.

En cuanto a su funcionalidad el humedal ayuda en el control de las inundaciones, reduce la erosión potencial. Es un área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica.



Humedal Río Carampangue – Cementerio.

5.6.4 Estuario Barrio Pescador

Su tipología corresponde a un Estuario. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio es considerada como “Mala”. Con pendiente de la franja litoral menor del 25% modificada por la presencia de rellenos en más del 50% del perímetro del humedal hechos de tierra y cemento, además se observa aterramiento

del cuerpo de agua, en el extremo se influencia del río Carampangue.

El humedal ha estado presionado por múltiples factores que traen consigo diversas alteraciones hidromorfológicas. Entre las Infraestructuras hidráulicas que alteran el funcionamiento normal del sistema, se puede mencionar canalización de las aguas del estuario, construcción de canales, vertidos, pista de tierra atravesando el humedal, sistemas de drenaje modificando el flujo del agua e hidroperíodo. Por otra parte, el entorno del humedal está siendo fuertemente presionado debido al desarrollo de agricultura y ganadería. Existe un importante tráfico de vehículos, personas y fauna doméstica así como también es frecuente encontrar presencia significativa de desperdicios visibles, especialmente de escombros.



Vía de tierra que atraviesa el humedal.

El aspecto del agua es muy turbia, no se detecta olor fuerte, presencia de un efluente directo de ESBIO en el canal Los Patos. La vegetación de helófitos ocupa todo el humedal. Se encuentran individuos de la familia Juncaceae y Cyperaceae. El estrato arbóreo es alóctonos y aislados. Es un cuerpo

de agua permanente. Hidrológicamente, este estuario afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, ayuda en el control de las inundaciones, reduce la erosión potencial, reduce la energía del oleaje y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica.



Rellenos de tierra en el humedal.



Canalización de un sector del estuario.

Actualmente el estuario fue canalizado como se aprecia en la fotografía y también fue construida una vía en tierra que divide al humedal. Estos dos aspectos directamente afectarán la funcionalidad de dicho humedal en términos naturales ya que su dinámica no será igual en cuanto a intercambio de nutrientes y flujo de materia disuelta y en suspensión.

5.6.5 Humedal Estero el Molino-Laraquete

Su tipología corresponde a un humedal boscoso desarrollado en las inmediaciones de cuerpo de aguas corrientes. Su calificación del índice de estado de conservación fue de “Mala”. La pendiente predominante de la franja litoral entre el 25 y 50%, se encuentra modificada con rellenos principalmente hechos de tierra, no obstante, permite el desarrollo de una importante comunidad de helófitos en ciertos sectores del estero.



Sector ensanchado del Estero el Molino – Laraquete y el cultivo agrícola vecino.

Entre las alteraciones es la presencia de un puente y de una pista forestal de tierra que atraviesa el humedal, el principal factor de tensión identificado, también los usos del suelo destinados a uso ganadero y silvícola, tanto en el entorno como en el interior del humedal.

Aspecto del agua muy turbia sin olor fuerte, vegetación de helófitos en el perímetro entre el 25 y 90%, y en el humedal ocupa entre el 50 y 90%. Las comunidades dominantes están representada por individuos de la

familia Cyperaceae (*Scyrrpus sp.*) y la segunda por las especies Temo, Pitra y Canelo, ya que se trata de un humedal mixto, boscoso y palustre, aunque las especies arbóreas clásicas de este tipo de humedales han sido reemplazadas por plantaciones alóctonas. La funcionalidad de este humedal se ha perdido por lo anteriormente señalado y por las construcciones de caminos que lo cortan.



Ingreso de ganado a la ribera del estero.

En torno al estero es posible observar la pérdida de la vegetación de ribera, la cual ha sido reemplazada por cultivos agrícolas viéndose favorecido el crecimiento de vegetación alóctona. Se observó inestabilidad de las riberas puesto que son continuamente erosionadas por el ingreso permanente del ganado al estero.

Sobre este humedal se proyecta construir una Termoeléctrica (Pirquenes), por lo cual se apuesta por su pérdida completa.

Cuerpo de agua tipo semipermanente. No se observó vegetación flotante o sumergida. Hidrológicamente, afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, permite el control de inundaciones, reduce la erosión potencial, es un área de recarga de acuíferos

y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Químicamente, modifica la calidad química del agua y contribuye al ciclo de nutrientes. Biológicamente, contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, de refugio, soporta una estructura trófica compleja y contribuye a la producción de biomasa.

5.6.6 Humedal Sector Horcones

Su tipología corresponde a un humedal boscoso con cuerpo de agua temporal. Su calificación del índice de estado de conservación es considerada como “Media”.

Morfológicamente presenta una pendiente de la franja litoral menor del 25%. El uso del suelo representa un factor de gran estrés debido a que en torno del humedal se encuentran suelos destinados al uso agrícola, ganadero y silvícola. Existe una franja de vegetación de helófitos en el perímetro del humedal entre el 25 y 50% bordeando al humedal boscoso. La comunidad dominante en el interior boscoso corresponde a individuos de la familia Myrtaceae (Temu, pitra, arrayán y canelo).



Humedal boscoso en el sector de Horcones.

Hidrológicamente, afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, permite el control de inundaciones, reduce la erosión potencial, es un área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Químicamente, modifica la calidad química del agua y contribuye al ciclo de nutrientes. Biológicamente, contribuye a la productividad primaria, es fuente de alimentación, proporciona zonas de cría, de refugio, soporta una estructura trófica compleja y contribuye a la producción de biomasa.

Este humedal se encuentra mejor protegido que el ubicado en el Estero El Molino, debido a que es parte de una finca ganadera. Hasta el momento sus dueños no lo han talado ya que se observan especies autóctonas y no se proyecta su tala en el corto plazo.



Humedal boscoso Horcones asociado a abundante vegetación palustre en el entorno.

5.7 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas costeras Carampangue-Lebu (Tabla 15).

Tabla 15. Humedales de las cuencas costeras de la comuna de Arauco.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Laguna Quelén Quelén	Lacustre	55	Media
Estuario Locobe	Estuario	47	Media

5.7.1 Laguna Quelén-Quelén

Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde a “Media”. Morfológicamente, predomina una pendiente de la franja litoral entre el 50 y 75%, no se observaron infraestructuras hidráulicas como canales o extracciones de agua, ausencia de infraestructuras varias incluyendo viviendas. Con una frecuencia media de tráfico de personas y vehículos.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no se detectó olor fuerte. Se observó como comunidad dominante individuos de la familia Cyperaceae y Juncaceae. Es un cuerpo de agua permanente, con vegetación sumergida y flotante con menos de 25% representada por individuos de la especie *Ranunculus sp.*

Hidrológicamente, la laguna afecta el transporte de materia disuelta y en suspensión, permite el control de inundaciones, reduce la erosión potencial, es un gran área de recarga de acuíferos y permite el mantenimiento de la conectividad



Vista general de Laguna Quelén Quelén.

5.7.2 Humedal Estuario Locobe – Arauco

Su tipología corresponde a un estuario. Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde a “Media”. En cuanto a la morfología el humedal presenta una desarrollada franja litoral (menor del 25%) con ausencia de rellenos así como la ausencia de infraestructuras hidráulicas y de usos productivos del suelo hace posible un importante desarrollo de helófitos, la cual rodea el perímetro del humedal y ocupa menos del 25%, la comunidad dominante está representada por individuos de la

especie *Scyrpus sp.*, ausencia de estrato arbóreo y de vegetación sumergida y flotante.

La existencia de una pista forestal permite el paso habitual de pescadores deportivos en la zona, lo que genera residuos especialmente botellas de plástico.



Estuario Locobe – Arauco.

El aspecto del agua se observó un poco turbia, no detectándose olor fuerte. Este humedal se caracteriza por estar rodeado de una gran cantidad de arena blanca, mostrando un paisaje asociado a ecosistemas dunarios, único entre los estuarios hasta el momento estudiados.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica el estuario afecta el transporte de materia

disuelta y en suspensión, reduce la energía del oleaje y permite el mantenimiento de la conectividad ecosistémica. Contribuye al ciclo de nutrientes y modifica la calidad química del agua, mientras que biológicamente es un sitio que proporciona zonas de cría, refugio y alimentación especialmente para especies de aves, micro y macroinvertebrados.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Estuario Locobe – Arauco en su sector más cercano al mar.

5.8 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas costeras entre costeras entre río Carampangue y Punta Lavapie (Tabla 16).

Tabla 16. Humedales de cuencas costeras entre Costeras entre Río Carampangue y Punta Lavapie.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Complejo Humedales Tubul-Raqui	Estuario intermareal de tipo marisma	49	Media

5.8.1 Humedal Tubul - Raqui

El humedal Tubul-Raqui, se ubica frente al golfo de Arauco ($37^{\circ}13'S$, $73^{\circ}26'O$), a 17 km al sur de la ciudad del mismo nombre, Región del Biobío, siendo posiblemente por su extensión y área marisma, uno de los más importante de la zona Centro-Sur de Chile, con una superficie de 2.600 há (CONAMA, 1999). De esta superficie, un 88% (2.296 ha) corresponde a predios privados y un 12% (304 ha) corresponde al predio fiscal (zona de estudio). Su calificación del índice de estado de conservación para este estudio corresponde a "Media".

En este sector confluyen al llegar al mar los ríos Tubul y Raqui, que tienen origen costero y régimen netamente pluvial, con características estuarinas y marcada influencia marina (Constabel, 1993), permitiendo la existencia de praderas de *Gracilaria sp.* ("Pelillo") en el curso inferior de ambos ríos.

El río Tubul posee una longitud aproximada de 18 km, con un área de drenaje de 98 km², recibe aportes de agua dulce sólo en la época invernal y tiene profundidades que varían entre los 3 y 4 m. Por su parte, el río

Raqui tiene una longitud aproximada de 15 km y una cuenca de 176 km², es más somero que el río Tubul, presentando profundidades máximas que alcanzan los 2 m y escurrimientos de agua dulce durante todo el año, debido a que drena áreas de mayor altitud (300 m). Además, en el río Raqui, desembocan los esteros Los Puentes y Las Peñas.



Humedal Tubul-Raqui, (Urrutia R, et al., 2008)

Si bien, el humedal en la actualidad presenta un bajo grado de intervención, existen actividades productivas que amenazan las características naturales de este lugar, entre ellas se destacan las actividades forestales extensivas, las cuales se han ido expandiendo rápidamente hacia los límites del humedal. Además, se han detectado

cambios en el régimen hídrico, producto del drenaje de terrenos destinados a los cultivos agrícolas y forestales.

En general, la importancia de los humedales tipo estuarinos como el Tubul-Raqui, radica en que presentan una activa interacción o confluencia entre el medio dulceacuícola y el marino, dando como resultado propiedades que no existen en ninguno de los dos ecosistemas (diversidad, productividad, etc.).



Visión general del humedal Tubul-Raqui.

El estuario Tubul-Raqui es un lugar único en la Región del Biobío que presenta condiciones óptimas para el cultivo del pelillo (*Gracilaria* sp.), no obstante esta actividad se vió alterada por evento sísmico del 27 de febrero.

Este humedal ha sido bastante estudiado (Pineda 1983, Alveal 1988, Constabel 1993, Vieytes *et al.* 1993 *fide* Moreno 2004, Stuardo *et al.* 1989, etc.) y en la actualidad existen mesas de trabajos sobre la gestión del mismo.

En cuanto a la hidrología, en el humedal Tubul-Raqui confluyen los ríos Tubul y Raqui. Ambos ríos son de origen costero y de

régimen pluvial, con características estuarinas y marcada influencia marina. (Constabel, 1993), nuevamente modificada por el movimiento sísmico que favorece el aporte de agua dulce.

El río Tubul con una longitud aproximada de 18 km recibe aportes de agua dulce sólo en la época de lluvia y su máxima profundidad varían entre 3 y 4 m. Por su parte, el río Raqui, con una longitud aproximada de 15 km y más somero que el Tubul, posee una máxima profundidad de 2 m y escurrimientos de agua durante todo el año.

Además, en el río Raqui, desembocan los esteros Los Puentes y Las Peñas. Ambos ríos están muy influenciados por los escurrimientos superficiales y la pluviosidad anual.



Zona de la boca del estuario donde desembocan los ríos Tubul (izquierda) y Raqui (derecha).

Los ríos Tubul y Raqui, en general, presentan una buena calidad de agua dentro de su condición estuarina. La flora y fauna acuática del sector es muy diversa y bien conocida en términos de microalgas perifíticas, fitoplanctónicos, invertebrados bentónicos de fondos blandos y peces.

También hay un buen conocimiento de la fauna terrestre determinada por 53 taxa de vertebrados, entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos de las cuales cinco están en algún “estado de conservación” peligroso según el SAG (2006).

Debido a sus características, Tubul-Raqui ha sido catalogado, de primera prioridad Región del Biobío, en el Marco de la Estrategia Regional para la Conservación, dadas las siguientes características:

- a) Proporciona refugio para numerosas especies de aves, muchas de las cuales son migratorias y con problemas de conservación (Carrasco, 2004). En su conjunto alberga 45 especies de aves, siendo, 29 con problemas de conservación. Constituye un área de paso, y de nidificación de un número importante de aves migratorias como *Rynchops níger* (Rayador), *Numenius phaeopus* (Zarapito) y *Limosa haemastica* (Zarapito pico recto).
- b) Es un ecosistema de alta productividad debido a la gran cantidad de nutrientes

que ingresan desde los ambientes terrestres y marinos, los cuales quedan atrapados en el estuario (Stuardo & Valdovinos, 1989), siendo el único lugar en la Región el Biobío que presenta condiciones óptimas para el cultivo del pelillo (*Gracilaria sp.*).

- c) Exportan grandes cantidades de materia orgánica (disuelta y particulada) hacia las aguas costeras (Figueroa & Valdovinos, 1997).
- d) Son el hábitat de un gran número de especies de importancia económica (e.g. Pelillo, Róbalo, Lisa) (Della-Croce & Valdovinos, 1994).
- e) En la caleta Tubul existen familias que mantienen como fuente de ingreso la explotación de pelillo.
- f) Posee relictos de bosque nativo costero y *Nothofagus obliqua*.
- g) Contiene 38 sitios con yacimientos arqueológicos.
- h) Es un área con registro fosilífero abundante del Plioceno con abundancia de bivalvos y gastrópodos.

5.9 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en las cuencas costeras entre río Pingueral y río Andalién (Tabla 17).

Tabla 17. Costeras entre Río Pingueral y Río Andalién.

Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
18 de Septiembre	Lacustre-Palustre	42	Media
Estero Collen	Ribereño	7	Muy Mala
Tranque Tomé	Ribereño	22	Mala
Desembocadura Estero Coliumo	Estuarino	65	Buena

5.9.1 Humedal 18 de Septiembre

El humedal corresponde al tipo Lacustre-Palustre, cercano al camino de Cochohgüe. Su estado de conservación es “Media”.



Espejo de agua de la laguna, se observa como se ha contraído.

Se observa que el espejo de agua ha sido contraído reduciéndose en más del 50% de la cubeta. En uno de sus costados ha sido rellenado para construcciones urbanas. Se observa gran cantidad de desperdicios en el humedal y en su entorno. Casi no se observa vegetación de helófitos más que unos parches, la vegetación está dominada por plantas exóticas.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

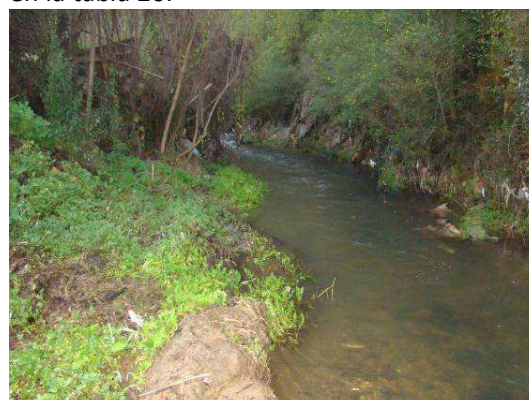


Se observa la cubeta del humedal.

5.9.2 Estero Collén

Este humedal corresponde al tipo ribereño asociado al estero y presenta un estado de conservación “Muy Malo”. Presenta una elevada pendiente por lo que no presenta un desarrollo helófitos mientras que sus riberas presenta desarrollo de vegetación exótica. Si presenta aguas de turbidez media y alternancia de rápidos que permite su oxigenación.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Problemas de erosión en las riberas del estero, se observa la vegetación exótica sobre el cauce.



Secuencia de rápidos en el estero Collen.



Vegetación aguas arriba del Embalse.

5.9.3 Tranque Tomé

El humedal corresponde al tipo ribereño formado por el embalsamiento de las aguas del estero Collen para su posterior captación. El humedal presenta un estado de conservación “Malo”.



Embalse generado para la captación de las aguas.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.9.4 Desembocadura Estero Coliumo

Humedal estuarino asociado a la desembocadura del río Coliumo, presenta un estado de conservación “Bueno”. Las presiones están dadas principalmente por el uso ganadero de sus entornos y plantaciones forestales en las laderas adyacentes



Vista general del humedal.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Astillero artesanal en el humedal.

5.10 Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en la cuenca del río Lebú (Tabla 18).

Tabla 18. Humedales en la Cuenca del río Lebu.

Cuenca	Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Río Peleco entre junta Ríos Tucapel, Leiva y Desagüe Lago Lanalhue	Lanalhue	Lacustre	41	Media
Río Tirúa	Desembocadura del río Tirúa	Estuario	39	Mala
Río Lleu Lleu	Lago Lleu-Lleu	Lacustre	73	Buena

5.10.1 Lago Lanalhue

Humedal de tipo lacustre cuyo estado de conservación es “Medio”. La presencia de una pendiente cercana al 50% no permite un gran desarrollo de helófitos en el perímetro de la laguna, excepto en sectores muy acotados.

La comunidad de vegetación sumergida esta domina por la especie alóctona *Egeria densa*, la que tiende a cubrir los fondos y a ocasionado graves problemas de

eutrofización. Sin embargo, el aspecto del agua es transparente y no se detecta olor.

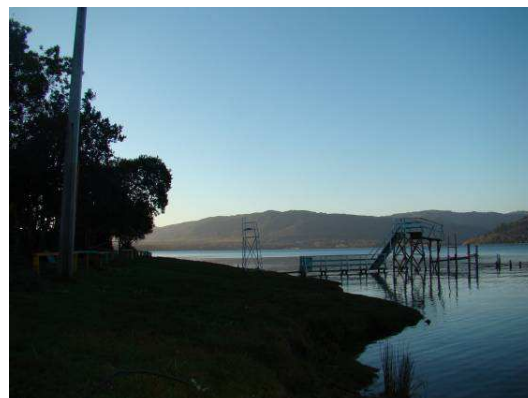
Las principales presiones a las que está sometido el lago es un importante desarrollo silvícola y al desarrollo turístico existente en la cuenca. Aunque también es importante la entrada de la planta de aguas servidas del poblado de Contulmo, que evacúa en el sector más bajo y por ende, donde se encuentra el mayor desarrollo de *Egeria densa*.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO_2 , mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves. Pero uno de los más importantes servicios, es que permite el desarrollo de actividades recreativas de contacto directo y con ello es importante entrada económica a la comunidad, que se contradice con el avance de la eutrofización.



Vista general del Lago Lanalhue.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Infraestructuras diversas de campings situados en el litoral del lago.

5.10.2 Desembocadura Río Tirúa

El humedal presenta un estado de conservación "Mala". Se observan múltiples obras hidráulicas como la presencia de diques que canalizan y encauzan la desembocadura del río Tirúa, con una pérdida importante de las llanuras de inundación que forman el estuario, puesto que además se profundiza el canal y las tierras aledañas quedan más altas perdiéndose el perfil de zonación de vegetación natural.

Otras actividades que presionan al humedal es el uso agrícola que se realiza en el litoral del humedal.



Obras de implementación de diques en la desembocadura, donde se aprecia además que se trabaja sobre un área de inundación asociado al cambio de marea, con el consecuente riesgo posterior que significa la colonización de personas de estas áreas de rellenos.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica, es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Químicamente, contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Uso agrícola de sus laderas.

La pendiente de la franja litoral menor al 25%, ha sido fuertemente intervenida por la presencia de rellenos hechos de tierra en más del 50% del humedal y la presencia de diques.

5.10.3 Lago Lleu Lleu

Humedal de tipo lacustre cuyo estado de conservación es “Bueno”. A pesar de presentar una pendiente menor al 25% no existe un gran desarrollo de la vegetación palustre, especialmente porque es un lago aun en estado oligotrófico. No existen infraestructuras hidráulicas relacionadas con el humedal. Sin embargo, los factores de tensión en este humedal están dado por el uso agrícola y silvícola en el entorno del humedal y por la presencia de varios campings en su litoral. En cuanto a la vegetación sumergida está representada fundamentalmente por la especie nativa *Cerathophyllum sps* (pinito de agua).



Vegetación palustre en el humedal.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que

biológicamente es un área de refugio y alimentación especialmente para las aves.

El aspecto del agua es transparente, no detectándose un fuerte olor. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Vista general del lago donde se aprecia el desarrollo de las plantaciones forestales en sus laderas adyacentes.

5.11. Aspectos del estado de conservación de los humedales identificados en la cuenca del río Itata (Tabla 19).

Tabla 19. Humedales identificados en la Cuenca del Río Itata y en el Interfluvio Maule – Itata.

Cuenca	Humedal	Tipo	Índice Estado de Conservación	Calificación
Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura	Desembocadura del Río Itata	Estuario	60	Buena
Costeras entre límite Región Bio Bio y río Taucu (incluido)	Desembocadura Río Cobquecura	Estuario	43	Media
Costeras entre río Itata y Río Pingueral (incluido)	Desembocadura Río Pingueral	Estuario	40	Mala
Costeras entre Río Taucú y Río Itata	Sector Colmuyao	Estuario	59	Media
Río Itata entre río Diguillín y Estero Coyanco	Avendaño	Lacustre	65	Buena

5.11.1 Desembocadura Río Itata

El humedal asociado a la desembocadura del río Itata conocido como sector Perales y Vegas del Itata, presenta un interesante desarrollo del humedal con un estado de conservación calificado como “Bueno”.

La vegetación está dominada por *Carpobrotus aequilaterus* (doca).



Visión general del humedal en el sector del río.



Visión general del humedal se observa la presencia de *Carpobrotus aequilaterus*.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para un sin número de aves que utilizan este lugar, algunas pasajeras y un buen número de especies residentes aves.

El aspecto del agua es transparente, no detectándose olor. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.11.2 Desembocadura Río Cobquecura

El humedal presenta un estado de conservación “Media”.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce la energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves.



Puente de madera sobre el río Cobquecura.

El aspecto del agua es transparente, no detectándose olor. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Sector desembocadura del río Cobquecura.

5.11.3 Desembocadura río Pingueral

El humedal presenta un estado de conservación “Mala”. A pesar de la escasa pendiente de la franja litoral no tiene desarrollo de vegetación de helófitos típicos de un humedal de este tipo. En reemplazo de vegetación se encuentra vegetación de tipo arbórea introducida.



Desembocadura río Pingueral.

En cuanto a su funcionalidad hidrológica física es un humedal que permite el control de inundaciones, reduce energía del oleaje y ayuda a la conectividad ecosistémica. Desde el punto de vista químico contribuye al ciclo de nutrientes y captura de CO₂, mientras que biológicamente contribuye a la productividad

primaria y es fuente de alimentación especialmente para las aves.



Descargas de aguas pluviales en la playa del sector de la desembocadura del río.

El aspecto del agua es transparente, no detectándose olor. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.11.4 Humedal Sector Colmuyao

El humedal corresponde a un estuario asociado a la desembocadura del estero Colmuyado. Presenta un estado de conservación “Medio”.



Vegetación palustre en el litoral del humedal.



Sector de la bocana del río Pingueral.

El aspecto del agua es transparente, no detectándose olor. Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.

5.11.5 Laguna Avendaño

Este humedal lacustre presenta un estado de conservación “Bueno”. La presencia de una pendiente menor al 25% permite un gran desarrollo de helófitos en el perímetro de la laguna, especialmente, *Cyrpus californicus*. La importancia de este sistema se asocia al uso turístico, lo que ha llevado a un interés en la conservación de la calidad de sus aguas para contacto directo. Al respecto, recientemente se han prohibido las actividades asociado al uso de motores de combustión.

Algunos parámetros de importancia medidos en el momento de la evaluación se presentan en la tabla 20.



Vegetación de helófitos en el litoral de la Laguna.



Infraestructura turística en el entorno del humedal.

Tabla 20. Parámetros físico-químicos de algunos Humedales de la Región del Biobío.

Humedal	Temperatura	pH	Conductividad	Oxígeno disuelto	Turbidez (NTU)
Canal el Morro	12,9	7,27	35,5 mS/cm	8	8,76
San Andrés (antes de descarga)	14,6	7,1	4,32 mS/cm	9,8	5,39
San Andrés (después de descarga)	15	6,9	5,39 mS/cm	9,8	4,82
Perales	12,2	7,10	43 µS/cm	2,6	17,3
Laguna Macera	13,2	6,97	1,25 mS/cm	8	6,73
Laguna grande San Pedro	16,9	7,50	71 µS/cm	10,3	1,50
Laguna Chica San Pedro	16,7	7,51	79 µS/cm	8,8	0,78
Lenga	12	8,3	13,2 mS/cm	8,7	15,2
Coronel	10,5	6,8	38	9,5	2,93
Chivilingo	13,4	7,4	25,5 mS/cm	11	1,29
Locobe	13,4	7,3	297 µS/cm	13,2	12,9
Desembocadura Río Cobquecura	8,88	7,10	106 µS/cm	10,84	16,0
Desembocadura Estero Coliumo	10,28	7,35	21,2 mS/cm	9,26	13,0
Desembocadura Río Pingueral	12,20	6,81	215 µS/cm	10,52	24,0
Desembocadura Río Itata	15,16	8,92	4,55 µS/cm	12,82	9,9
Tranque Tomé			µS/cm		
Sector Colmuyao	9,59	6,81	241 µS/cm	10,3	8,5
Laguna La Señoraza	12,68	7,12	179 µS/cm	9,92	13,0
Laguna Avendaño	11,32	7,16	120 µS/cm	11,5	3,5
18 de Septiembre	8,98	7,12	58 µS/cm	7,15	
Frente Sitrans			423 µS/cm	10,5	10,06
Carriel Norte			1,8 mS/cm	8,3	7,5
Guñunhue			117 µS/cm	4,4	5,68
Laguna Greda			304 µS/cm	9,3	60,0
Laguna Redonda			163 µS/cm	10,4	3,3
Laguna Price			91,8 µS/cm	3,5	37,0
Camino a Huachipato			390 µS/cm	3,9	53,4
Humedal Chaimavida			190 µS/cm	4,8	38,0
Lago Lanahue	17,6	7,44	34,4 µS/cm	10,1	2,7
Lago LLeu LLeu	16,5	7,13	29,9 µS/cm	9,7	1,6

6. PROPUESTA DE ACCIONES ESTRATÉGICAS REGIONALES PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN DEL BIOBIO

6.1 Políticas ambientales aplicables entorno al manejo y conservación de los humedales en Chile

Dentro del marco de políticas públicas aplicables a la gestión de los humedales que van en apoyo de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile y su Plan de acción, destacan:

- Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable,
- Política Nacional de Áreas Protegidas,
- Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas,
- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Política Ambiental de la Región del Biobío,

6.1.1 La Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (CONAMA, 1998) la cual tiene como objetivo general promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo, con miras a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, garantizando un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Para ello establece un plan de trabajo y compromisos específicos como política que en relación con el ámbito de los humedales busca la descontaminación y recuperación de la calidad de los recursos hídricos para diferentes usos. Igualmente en el segundo objetivo de la política establece prevenir el deterioro ambiental el cual busca incentivar y cautelar la adopción de prácticas compatibles con el desarrollo sustentable en los procesos productivos y las actividades humanas, a través de la educación ambiental, desarrollo de programas de normas y calidad de emisión e investigación científica y tecnológica. El tercer objetivo de esta política apunta a fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales a través de la definición y establecimiento de medidas de conservación y planes de manejo para la utilización sustentable de los recursos naturales teniendo en cuenta aspectos como definición y establecimiento de medidas de conservación de la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, manejo integrado de cuencas hidrográficas y zonas costeras y conocimiento de los ecosistemas. El quinto objetivo y el más importante tiene que ver con los instrumentos de participación ciudadana para el logro de la política el cual busca involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental, a través de los mecanismos de participación ciudadana que la ley establece.

6.1.2 La Política Nacional de Áreas Protegidas (CONAMA, 2005) busca la creación e implementación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas, terrestres y acuáticas, públicas y privadas, que represente adecuadamente la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Como lineamientos estratégicos de esta política se encuentran el establecimiento de los mecanismos de

participación de los diferentes actores, creando las condiciones para la participación de las comunidades locales en la planificación y la gestión de posibles áreas protegidas, la elaboración de planes de manejo, definición de líneas de investigación de interés público asociadas a la gestión de los humedales prioritarios a conservar, generación de líneas de financiamiento y cooperación para el desarrollo de los programas de conservación y manejo y difusión de la investigación realizada en estas áreas.

6.1.3 La Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas (CONAMA, 2005) cuyo objetivo es mejorar el estado de conservación de la biota nativa amenazada tiene como objetivos específicos y relacionados con el ámbito de los humedales, promover la recopilación y generación de información científico-técnica sobre la biota nativa, con la finalidad de determinar los factores de amenaza y su estado de conservación, de modo de reconocer las especies bajo riesgo de extinción, facilitar su clasificación y su recuperación; involucrar y comprometer, más eficazmente, la participación de las instituciones relacionadas y de la ciudadanía en la protección de la biota nativa amenazada y promover la protección de especies amenazadas a través de la educación, capacitación y difusión.

6.1.4 La Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (CONAMA, 2005) tiene como objetivo general lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector.

Establece como principales líneas de acción aplicables al ámbito de los humedales dictar la reglamentación para el manejo de lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas servidas entre las cuales responsabiliza al Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Salud y el Servicio Agrícola y Ganadero. Su segunda línea de acción se orienta hacia mejorar y fortalecer la fiscalización sanitaria y ambiental. La tercera línea de acción se orienta a identificar los pasivos ambientales y/o sitios contaminados por el manejo de los residuos, el inadecuado manejo de los residuos, emisiones y escombros es una de las principales fuentes generadoras de la contaminación de los suelos y aguas subterráneas.

6.1.5 La Política Ambiental de la Región del Bío-bío (GORE BIO BÍO), se ajusta a la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable del país, con una reelaboración en los términos de contribuir al logro del objetivo de la política nacional, en base a una gestión intra e interregional, con perspectiva municipal asociativa, en las unidades ambientales territoriales que integran administrativamente la Región del Bío-bío.

En la Política Ambiental se determinaron siete objetivos específicos que orientan la acción programática del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los primeros tres, tienen por objeto resguardar la salud y la calidad de vida de las personas y proteger el medio ambiente. Los otros cuatro, son esenciales en la implementación de los procesos sociales, productivos, institucionales y legales necesarios para alcanzar el objetivo general de la Política Ambiental. Por razones de coherencia se mantienen en la Política Regional Ambiental estos mismos objetivos específicos.

- Recuperar y mejorar la calidad ambiental.
- Prevenir el deterioro ambiental.
- Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales.
- Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo.
- Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental.
- Fortalecer la institucionalidad ambiental a nivel nacional y regional.
- Perfeccionar la legislación ambiental y desarrollar nuevos instrumentos de gestión.

En el ámbito de los humedales en su primer objetivo la política plantea **“Recuperar y mejorar la calidad ambiental”** donde se encuentran acciones como la descontaminación y recuperación de la calidad de los recursos hídricos para diferentes usos, el establecimiento de políticas y perfeccionamiento de normas de manejo de residuos sólidos domiciliarios e industriales, diseño de una política y un plan regional específico para el control y manejo de sustancias químicas y, el manejo de las emergencias tecnológicas o accidentes ambientales.

En su segundo objetivo **“prevenir el deterioro ambiental”** destaca las acciones de promoción de la incorporación de la dimensión ambiental, desde el diseño de los proyectos y actividades, hasta su etapa de ejecución, incorporación de la dimensión ambiental en el diseño de las políticas públicas, educación ambiental e Investigación científica y tecnológica.

En su tercer objetivo establece **“Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales”** que en el ámbito de los humedales aplica la definición y establecimiento de estándares y medidas de conservación para los recursos naturales patrimoniales, propuestas específicas para el recurso agua, diseño de bases para el manejo sustentable del territorio, de cuencas hidrográficas y de zonas costeras y profundizar el conocimiento de los ecosistemas de la región.

El quinto y sexto objetivo de la política destaca **“Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental”** a través de la revitalización de la educación ambiental y **“reforzar la institucionalidad ambiental a nivel regional”**.

Por otro lado, la **Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile (CONAMA, 2003)**, plantea abordar de manera concertada, adecuada y eficiente la protección efectiva de espacios húmedos. También la estrategia busca promover el manejo integrado de cuencas hidrográficas y bahías, para alcanzar los objetivos de calidad ambiental definidos a través de planes de descontaminación y/o prevención en el medio hídrico. Esta Estrategia responde a un compromiso internacional de Chile, derivado de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, Ramsar. Chile ha comprometido ante esa Convención la protección de 12 humedales, cubriendo actualmente un total de **358.989 hectáreas**, de la cuales ninguno de ellos está en la región del Biobío (Tabla 21).

Tabla 21. Lista de humedales chilenos de importancia internacional (RAMSAR 2011).

Nombre	Designación	Región	Área (ha)	Coordenadas
Bahía Lomas	06/12/04	Magallanes	58.946	52°38'S 69°10'W
Carlos Anwandter Sanctuary	27/07/81	Los Lagos	4.877	39°41'S 73°11'W
Humedal el Yali	02/12/96	Valparaíso	520	33°50'S 71°38'W
Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa	02/12/96	Atacama	62.460	27°27'S 69°13'W
Parque Andino Juncal	22/05/10	Valparaíso	13.796	32°55'S 70°03'W
Salar de Aguas Calientes IV	14/08/09	Antofagasta	15.529	24°59'S 68°38'W
Salar de Pujsa	14/08/09	Antofagasta	17.397	23°11'S 67°32'W
Salar de Surire	02/12/96	Arica y Parinacota	15.858	18°51'S 69°00'W
Salar de Tara	02/12/96	Antofagasta	96.439	22°56'S 67°15'W
Salar del Huasco	02/12/96	Arica y Parinacota	6.000	20°18'S 68°50'W
Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí	02/02/04	Coquimbo	34	31°53'S 71°30'W
Sistema hidrológico de Soncor del Salar de Atacama	02/12/96	Antofagasta	67.133	23°18'S 68°10'W

Asimismo, la Estrategia Nacional de Biodiversidad (aprobada en 2003) considera en su línea estratégica de “Conservación y Restauración de los Ecosistemas”, la elaboración e implementación de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile, la cual fue aprobada por el Consejo Directivo de CONAMA a través de acuerdo N° 287/2005, así como también la conformación del Directorio de la Estrategia de Humedales, denominado Comité Nacional de Humedales, con su expresión regional que se ajusta a los objetivos generales “promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable, el cual está vinculado a uno de los ejes estratégicos de los “Programas para la conservación de Humedales de alto valor biológico bajo protección internacional y lucha contra la desertificación”, nuevamente con la disyuntiva que no tenemos humedales bajo este marco, no obstante se han realizado estudios para la definición de humedales prioritarios (ECOMETRIC 2008) donde solo en Concepción metropolitana se reconocen 10.602 ha, registrando un total de 61 ecosistemas de este tipo, concentrado en 4 comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro de la Paz) con un 77 % del Total, siendo el Río Biobío uno de los más valorados por los servicios que ofrece, no obstante, es tratado como un todo y no como el humedal asociado, que es muy localizado a la desembocadura del mismo y a pequeñas llanuras de inundación.

Los objetivos específicos de la Estrategia Nacional de Humedales son:

7. Desarrollar una conducta de valoración ambiental, económica, social y cultural de los humedales,
8. Incrementar el conocimiento sobre los humedales,
9. Implementar un marco de acción legal e institucional para lograr la conservación y uso sostenible de los humedales,

10. Promover la participación del sector privado, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, pueblos originarios y comunidad en general en la conservación y uso sustentable de los humedales,
11. Desarrollar e implementar instrumentos de planificación y gestión participativa para la conservación y uso sustentable de los humedales prioritarios,
12. Reforzar la participación de Chile en el quehacer internacional y obtener los apoyos externos necesarios para el logro de esta estrategia nacional.

6.2 Estado de la gestión y desafíos ambientales en la región del BíoBío (Gore Biobío, 2008)

La estrategia regional de desarrollo de la región del BíoBío 2008–2015, elaborada por el GORE BíoBío, establece en su diagnóstico y desafíos en el ámbito del desarrollo ambiental y la sustentabilidad, que la economía de la Región está fuertemente vinculada a los recursos naturales, en la actividad pesquera, silvícola (48% de la superficie regional), agrícola, ganadera, la construcción, el turismo, las actividades industriales tradicionales como la agroindustria, la generación de energía eléctrica, refinación de petróleo, elaboración de productos químicos, cemento, celulosa, procesamiento de pescado, la industria metalúrgica y metalmecánica, entre otras.

En el plano del manejo de suelos, se constatan importantes procesos de erosión y deterioro, que en la región es un 25% de carácter moderada a muy severa. En el ámbito de la protección de la biodiversidad hay una incipiente valoración de la riqueza natural de la Región, en un contexto donde existe gran diversidad y una débil e incipiente normativa. En efecto, se constata una disminución de la diversidad genética de la fauna marina de los ambientes pelágicos de la región y una disminución en la diversidad de la flora y fauna nativa.

La explotación, transformación y comercialización de recursos pesqueros constituyen actividades que le otorgan al sector pesquero regional el primer lugar en importancia económica y social en el contexto nacional y lo ubican en el segundo lugar de los sectores exportadores de la Región. En el ámbito del riego, el proyecto Laja–Diguillín y el Embalse Punilla significan una notable alteración de los sistemas fluviales Ñuble, Bío-Bío e Itata, con repercusiones ecológicas y ambientales, tanto en las propias áreas de intervención como aguas abajo, donde se localizan los principales centros urbanos y productivos.

Un desafío primordial para la **planificación del recurso hídrico**, tiene que ver con el **manejo integrado de cuencas**, ya que es una necesidad de país pendiente e inevitable de enfrentar, lo cual se encuentra expresado en la “Política Nacional del Recurso Hídrico” y se manifiesta en los desafíos futuros de adecuada gestión del agua, derivado de los tratados de libre comercio y de la globalización. La cuenca hidrográfica es una unidad natural, cuyos límites quedan establecidos por la división geográfica de las aguas. Las cuencas hidrográficas son unidades territoriales donde funciona la combinación de un sistema hídrico, simultáneamente con un subsistema económico y social, activado por el hombre, el capital, el trabajo y la tecnología. En ellas se producen bienes y servicios (agrícolas, pecuarios, forestales y recreativos) que demandan principalmente las poblaciones. Las acciones del manejo de cuencas son fundamentales para el manejo de los recursos hídricos en estas zonas, ya que son parte del proceso de la gestión para contrarrestar los

efectos ambientales negativos y favorecer los positivos; lo cual define una adecuada gestión del territorio de los múltiples sistemas hídricos. Por ello, la importancia de delimitar las áreas que producen mayor presión hacia los recursos, cuantificarlos y evaluarlos para proponer alternativas de manejo para la restauración.

Entre los programas claves en esta estrategia regional 2008 – 2015 se destacan en el ámbito de los humedales una diversidad de proyecto e iniciativas (no obstante no se conoce sobre el estado de desarrollo de ellos) los cuales se resumen en la tabla 22.

6.3 Formulación de acciones estratégicas para el manejo y conservación de los humedales de la región del Biobío

La gestión ambiental de los humedales de nuestra región debe ser asumida no solamente por el estado, sino también por la comunidad que comprenda su utilidad y el sector privado a través de las instituciones, organismos y asociaciones que utilicen los instrumentos normativos, planes y programas (e.g. Convenios internacionales, desarrollo comunales) que trasciendan los gobiernos de turno, para que esa gestión sea eficiente y eficaz, y compatible entre las iniciativas público-privadas.

Para la elaboración de este documento se tomó como base el diagnóstico realizado por este estudio en cuanto a la definición del estado de conservación de los humedales identificados y el trabajo realizado con algunas municipalidades, cuyos funcionarios mostraron interés entre las cuales se destacan las Comunas de Talcahuano, Hualpén y Arauco, con quienes se identificaron acciones prioritarias en la gestión de sus propios humedales. Por otro lado, se tuvo en cuenta en la formulación de acciones, las políticas nacionales y regionales vigentes.

Asimismo, los objetivos se desarrollan bajo el concepto que los humedales mejor conservados deben estar bajo una política de conservación de su estado, bajo la fiscalización y planes de conservación de las entidades públicas que lo regulan.

Las acciones estratégicas se plantean en función de los dos grandes objetivos del estudio:

i. Recuperación y/o restauración y manejo de la base natural de los humedales de la región clasificados en clases extremas (con un índice de calidad de “muy malo” y “malo”) a través del manejo integral del recurso hídrico en las cuencas que alimentan o sostienen dichos humedales y la conservación y uso sostenible de los suelos y la biodiversidad.

ii. Impulso al manejo sostenible de los humedales con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida urbana, rural y la aplicación de los principios de producción limpia.

Tabla 22. Proyecto e iniciativas regionales en el ámbito de los humedales.

Programa Regional de manejo integrado de cuencas hidrográficas Objetivos: 1) Mejorar la eficiencia en la utilización de los cursos de agua, 2) Proteger la integridad de los sistemas naturales vinculados a las hoyas hidrográficas (Biobío e Itata) y 3) Minimizar impacto de la disposición de residuos líquidos industriales y urbanos en los cursos de agua. Responsables: Gore, Dirección Regional de Aguas, Seremi de Agricultura, Ministerio del Medio Ambiente	
Proyecto	Objetivo
Fortalecimiento de la capacidad de riego regional.	Evaluación, reforzamiento y construcción de embalses y redes. Incorporación de nuevas tecnologías de riego con el fin de optimizar la utilización de los recursos hídricos.
Fortalecimiento de defensas ribereñas.	Prevenir Inundaciones. Regular flujos de agua.
Mejoramiento de la gestión del agua.	Generación de redes de monitoreo, conformación de mesas de agua, capacitación de usuarios y educación ciudadana
Fomento para Estudios de las Cuencas Regionales.	Crear Conocimiento de estado de las cuencas de la Región. Perspectiva biodiversidad, capacidad de riego, riesgo natural, contaminación de cursos de agua, potencial turístico.
Programa de prevención de desastres naturales. Objetivos: Mejorar mecanismos de prevención y respuesta ante desastres naturales con el fin de mitigar sus efectos. Responsables: Gore, ONEMI, Proyecto TIGO, Ministerio Medio Ambiente	
Proyecto	Objetivo
Observatorio territorial para el desarrollo sustentable.	Implementar un sistema de observación permanente para el desarrollo regional sustentable considerando los aspectos de riesgo, gestión territorial, catastro y estado de los ecosistemas regionales.
Fortalecimiento de los mecanismos de respuesta a eventos catastróficos.	Reforzar capacidad regional en la materia mediante: Capacitación a funcionarios y comunidad, creación de protocolos regionales de respuesta a catástrofes, implementación de infraestructura de logística y comunicación.
Programa de Sustentabilidad de la Actividad Pesquera Regional	
Proyecto	Objetivo
Ordenamiento del Territorio Marino.	Definición de áreas marinas de protección y manejo. Elaboración de regímenes de explotación en las distintas áreas de protección marinas. Proyecto de recuperación y repoblamiento de especies marinas
Gestión de materias orgánicas marinas.	Descontaminación de playas y muelles de desembarque de productos pesqueros. Reducción de la emisión de contaminantes de las plantas de procesamiento.
Fomento de la Actividad Acuicola.	Diversificar las actividades vinculadas a la pesca en el borde costero. Incrementar la producción e inversión en actividades de cultivo acuicola en el borde costero. Generar actividades productivas complementarias en zonas rurales. Promover actividades productivas sustentables.
Programa de Mejoramiento del Medio Ambiente en Centros Urbanos	
Proyecto	Objetivo
Proyecto Regional de Manejo de Residuos Sólidos.	Incrementar la capacidad y mejorar los procesos de reciclaje, tratamiento y disposición de residuos domiciliarios e industriales. (Fomento a la actividad de recolección, y tratamiento reciclaje).
Proyecto Control de Vectores de Interés Sanitario.	Prevenir la ocurrencia de enfermedades entre la población controlando la presencia de vectores de transmisión (roedores, perros, insectos y otros.).
Mejoramiento urbano en Ciudades intermedias y pequeñas.	Avanzar en el mejoramiento de la Calidad de vida de las personas en los lugares que habitan. Completar el 100% de localidades urbanas con IPT
Programa Regional de Protección de la Biodiversidad	
Proyecto	Objetivo
Creación y fortalecimiento de áreas protegidas.	Establecer nuevas áreas de preservación y conservación en ámbito terrestre y marino. (Nonguén, Nahuelbuta, Corredor Nevado Chillán-Laguna Laja)
Rehabilitación y rescate de ecosistemas amenazados.	Conservación y Recuperación de la fauna silvestre. Recuperación y conservación de bosque nativo. Recuperación y conservación de humedales.
Recuperación de Suelos degradados en la Región.	Diagnóstico de la magnitud y localización del suelo erosionado en la Región. Disminuir la superficie erosionada

6.3.1 Recuperación y/o restauración y manejo de la base natural de los humedales de la región con un índice de calidad “Muy malo” y “Malo”.

Esta acción estratégica busca fortalecer la gestión en el manejo del recurso hídrico a través de la recuperación y/o restauración y protección de aquellos humedales que en su mayoría actúan como áreas de recarga de acuíferos y áreas de control de inundaciones.

Los principales aspectos que influyen sobre la calidad de las aguas de los humedales, están directamente relacionados primero con la fragmentación a través de procesos de rellenos (Como el gran humedal Paicaví-Rocuant-Andalién) y con vertimientos de aguas lluvias con el arrastre de materia orgánica y basuras para el caso de Lagunas como Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, vertimientos de aguas residuales domésticas como en el caso de las Lagunas Las Tres Pascualas, Lo Galindo y Estuario de la Desembocadura del Río Bío-Bío, vertimientos de aceites e hidrocarburos para el caso del Estuario Lengua, generados por la actividad industrial y la carga de agroquímicos de las aguas de escorrentía por cultivos varios; con los procesos de eutrofización de los espejos de agua; estos factores afectan la calidad del agua contribuyendo a la degradación de las condiciones fisicoquímicas y biológicas de los humedales y la consecuente pérdida de su funcionalidad.

A continuación, se presentan las acciones estratégicas de este primer objetivo que se encuentran agrupados en dos grandes programas los cuales buscan minimizar los impactos producidos por las diversas actividades del hombre y establecer en el mediano plazo un manejo adecuado de las fuentes hídricas que abastecen los humedales y los humedales propiamente dichos:

1. Manejo integral de cuencas que alimentan los humedales con índice de conservación muy malo y malo (Tabla 23).
2. Conservación y uso sostenible de suelos y la biodiversidad (Tabla 24).

Humedales de la Región del Biobío, 2011

Tabla 23. Propuesta de acción estratégica: recuperación, restauración y manejo de la base natural de los humedales de la región con un índice de estado de conservación de calidad “muy malo” y “malo”.

PROGRAMA: MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS QUE ALIMENTAN LOS HUMEDALES CON ÍNDICE DE CONSERVACIÓN MUY MALO Y MALO				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
Fortalecimiento de la gestión hídrica	Monitoreo del borde costero conocimiento bases de datos de calidad de agua, sedimentos y recursos hidrobiológico.	Municipalidad de Talcahuano y Ministerio del Medio Ambiente	Marisma Rocuant – Andalién, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro, Desembocadura del Río Biobío	Corto y Mediano plazo
	Implementación de un sistema de monitoreo y seguimiento de los humedales de la región del Biobío	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Universidades		Corto y mediano plazo
Evaluación, ordenación, regulación y distribución del recurso hídrico superficial y subterráneo	Elaboración de los planes de ordenamiento ambiental de microcuencas de los humedales	Ministerio de Medio Ambiente y Universidades		Mediano y largo plazo
	Establecimiento de un sistema de información para el manejo del recurso hídrico	Ministerio del Medio Ambiente y Municipalidades	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicavi, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto y mediano plazo
	Desarrollo de instrumentos normativos para el manejo y conservación del recurso hídrico, suelos y biodiversidad en los humedales	Ministerio del Medio Ambiente y Municipalidades		
Recuperar y conservar las zonas productoras de agua	Recuperar y restaurar las cabeceras y rondas de nacimientos y esteros que alimentan los humedales y son abastecedores de agua para la población	Municipalidades, CONAF, Ministerio de Medio Ambiente, grupos, asociaciones y ONGs ambientales, comunidad		Corto plazo
Evaluación, ordenación, regulación y distribución del recurso hídrico superficial y subterráneo	Reglamentación del recurso hídrico para las microcuencas que aportan al sistema de humedales para el aprovechamiento del agua, la pesca y recreación	Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Aguas y Municipalidades	Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro. Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera.	Corto y mediano plazo
Recuperar la calidad de las corrientes hídricas receptoras de vertimientos aguas lluvias, industriales y domésticos	Gestión para la construcción de emisarios finales a colectores de vertimientos industriales y/o domésticos que vayan a plantas de tratamiento de aguas residuales e industriales	Ministerio de Medio Ambiente, Municipalidades, Serviu, Ministerio de Obras Públicas, sector productivo	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez y Macera. Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle sector Salinas y Canal El Morro. Humedales Palustres Los Batros, Paicavi, San Andrés, Ifarle, Perales, Complejo de Humedales Río Carampangue.	Corto plazo
	Cumplimiento de procedimientos y	Ministerio de Medio	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo	Corto

Humedales de la Región del Biobío, 2011

PROGRAMA: MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS QUE ALIMENTAN LOS HUMEDALES CON ÍNDICE DE CONSERVACIÓN MUY MALO Y MALO				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
	estándares de la norma secundaria de calidad ambiental a través de la vigilancia y control en los sectores productivos y comunidades asociados a la cuenca del río Biobío y río Itata	Ambiente, Municipalidades, Dirección general de Aguas	Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río) Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	plazo
	Monitoreo de la calidad del agua parámetros físico-químicos y biológicos de las corrientes (esteros) que aportan a los humedales y humedales propiamente dichos	Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Aguas, Universidades, Municipalidades	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo

*Corto plazo:5 años, mediano plazo 10 años, largo plazo: 15 años

Tabla 24. Propuesta de acción estratégica: recuperación, restauración y manejo de la base natural de los humedales de la región con un índice de estado de conservación de calidad “muy malo” y “malo”: Programa Conservación y usos sostenible de los suelos y la Biodiversidad.

ACCIÓN ESTRATÉGICA: RECUPERACIÓN, RESTAURACIÓN Y MANEJO DE LA BASE NATURAL DE LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN CON UN ÍNDICE DE ESTADO DE CONSERVACION DE CALIDAD “MUY MALO” Y “MALO”.				
PROGRAMA: CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS Y LA BIODIVERSIDAD				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
Recuperación y manejo del ecosistema y sus hábitats	Control de vegetación acuática invasora que garantice el espejo de Agua en los humedales Lacustres de la Región del Biobío	Municipalidades, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Quelen Quelén, Macera. Lo Pineda	Corto plazo
	Deslinde, siembra y reposición de especies vegetales nativas en la Franja Forestal Protectora – FFP para los humedales que la presenten por sus características naturales.	CONAF, Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota.	Corto y mediano plazo
	Conservación y reforestación de los ecosistemas dañados, favorables para el desarrollo de pequeños marsupiales en el Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén	Municipalidad de Hualpén, Ministerio del Medio Ambiente	Estuario Lenga y su área de influencia	Corto y mediano plazo
	Recuperación de las áreas de amortiguación y/o protección de los humedales a través de la reforestación o crear las condiciones para facilitar los procesos de sucesión natural	CONAF, Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Para los habitantes de Hualpén, recuperemos nuestros cuerpos de agua	Embajada de la República Federal de Alemania Santiago de Chile, Municipalidad de Hualpén	Los Boldos, Parque San Andrés, Laguna Price y la Marisma de Lenga	Corto y mediano plazo
	Fortalecer control y vigilancia al tráfico ilegal de especies, caza, implementación de rellenos de	Municipalidades, Autoridad Sanitaria, Ministerio de Medio Ambiente y SAG	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel,	Corto plazo

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: RECUPERACIÓN, RESTAURACIÓN Y MANEJO DE LA BASE NATURAL DE LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN CON UN ÍNDICE DE ESTADO DE CONSERVACION DE CALIDAD “MUY MALO” Y “MALO”.				
PROGRAMA: CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS Y LA BIODIVERSIDAD				
	escombros y basuras en los humedales		vía a coronel ruta 160, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	
Conocimiento de la Biodiversidad de los humedales	Identificación de especies nativas prioritarias y especies amenazadas o en peligro de extinción para la implementación de recuperación y manejo de los humedales	Ministerio de Medio Ambiente, Universidades, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, vía a Coronel ruta 160, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	
	Estudio de la dinámica del humedal “Los Boldos”, para un manejo sustentable	Municipalidad de Hualpén, Ministerio del Medio Ambiente	Humedal Los Boldos	Corto y mediano Plazo
	Caracterización de los humedales que cumplen funciones de protección de la biodiversidad	Ministerio de Medio Ambiente, Universidades, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto, mediano y largo plazo
	Elaboración y socialización de material divulgativo sobre las potencialidades y la problemática de los humedales de la región del Biobío	Ministerio de Medio Ambiente, Universidades, Instituciones educativas locales, ONGs ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto y mediano plazo
Conservación y Uso sostenible de la	Establecer mecanismos regulatorios, de control y económicos para incentivar la	Ministerio de Medio Ambiente, Municipalidades, ONGs ambientales,	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelen	Corto y mediano

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: RECUPERACIÓN, RESTAURACIÓN Y MANEJO DE LA BASE NATURAL DE LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN CON UN ÍNDICE DE ESTADO DE CONSERVACION DE CALIDAD “MUY MALO” Y “MALO”.				
PROGRAMA: CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS Y LA BIODIVERSIDAD				
biodiversidad	conservación de la biodiversidad	sector industrial, Universidades	Quelen, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	plazo
	Mejoramiento del entorno y conservación de los humedales Los Boldos, Parque San Andrés, Laguna Price y la Marisma de Lenga, por su alto valor biológico y educacional, para el uso y cuidado de los vecinos de la comuna de Hualpén.	Municipalidad de Hualpén, junta de Vecinos de Hualpén y Ministerio del Medio Ambiente	Los Boldos, Parque San Andrés, Laguna Price y la Marisma de Lenga	Corto y Mediano plazo
	Delimitación, alinderamiento y declaratoria de áreas protegidas para la conformación del sistemas de humedales protegidos de la región del Biobío	Ministerio de Medio Ambiente, Municipalidades, ONGs ambientales, universidades	Humedales Palustres Paicaví, Los Batros, vía coronel ruta 160, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Barrio Pescador y Lenga.	Corto y mediano plazo
	Diseño y formulación de planes de manejo para humedales declarados como áreas protegidas y de especial significancia ambiental	Ministerio de Medio Ambiente, Municipalidades, ONGs ambientales, universidades, Comunidad, asociaciones y grupos ambientales	Humedales Palustres Paicaví, Los Batros, vía coronel ruta 160, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Barrio Pescador y Lenga.	Mediano y largo plazo

*Corto plazo: 5 años, mediano plazo 10 años, largo plazo: 15 años

6.3.2 Impulso al manejo sostenible de los humedales con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida urbana, rural y la aplicación de los principios de producción limpia.

La contaminación por residuos sólidos, líquidos y la disposición de escombros en los humedales es una de los aspectos más relevantes y que influyen en la calidad de los sistemas naturales, en algunos humedales como el Estuario Lenga, Canal Ifarle, Canal El Morro, los contaminantes están directamente relacionados con algunos vertimientos de aceites e hidrocarburos generados por la industria petroquímica y otro tipo de industrias. El Humedal Paicaví, Carriel Norte, Humedal San Andrés, Laguna Price, tienen grandes polígonos industriales aledaños cuyo impacto en la calidad de las aguas es evidente al observar su turbidez. El Humedal Paicaví, Estuario Lenga, Humedal Perales, Villa Dinahue están afectados por la disposición indiscriminada de escombros y basuras del sector de la construcción y de los habitantes de su área de influencia.

Los humedales como espacios naturales al interior de las ciudades además de tener su funcionalidad ecológica desde el punto de vista de control de inundaciones y refugio para especies de fauna y flora prestan servicios paisajísticos y de recreación para sus habitantes, es por ello que estas áreas naturales pueden convertirse en grandes áreas verdes, que adicionan áreas al espacio público y con ello la posibilidad de su mantenimiento y control permanente por parte de las autoridades locales.

También son espacios para la educación ambiental, por lo que son potencialmente aulas naturales, donde se pueden observar los fenómenos y características propios de espacios tan singulares como lo representan los humedales lacustres y palustres urbanos y de los cuales las actuales y nuevas generaciones pueden apreciar y valorar la naturaleza con la significancia ambiental que amerite su disfrute por muchas generaciones más.

Con relación a la prevención de desastres es urgente que las comunas diseñen un plan de mitigación y prevención de desastres y elaboren un inventario de los asentamientos localizados sobre los humedales lacustres y palustres de la región a fin de establecer medidas adecuadas en el caso de inundaciones, emergencias sanitarias por descontrol de plagas, vertimientos de residuos industriales tóxicos entre otros.

A continuación se presentan las principales líneas estratégicas relacionadas con el mejoramiento de la calidad de vida urbana y el manejo y conservación de los humedales con índice de calidad “Muy Malo y Malo” (Tabla 25).

Si bien las líneas estrategias regionales se enmarcan en instituciones y algunas son de largo plazo, muchas actividades sólo requieren de buena voluntad y pequeñas medidas que pueden ser de gran relevancia futura. Al respecto en la tabla 26, se han ordenado los humedales por tipo, se han indicados los que se encuentran en mejor estado de conservación y pueden ser considerados como de regencia y se sugieren algunas “pequeñas medidas” que permitirían mejorar el actual estado de los humedales con malos estados de conservación.

Tabla 25: Líneas estratégicas relacionadas con el mejoramiento de la calidad de vida urbana y el manejo y conservación

ACCIÓN ESTRATÉGICA: IMPULSO AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES CON EL CONSECUENTE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA, RURAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LOS HUMEDALES CON UN ÍNDICE DE CALIDAD MUY MALO Y MALO				
PROGRAMA: CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA URBANA Y RURAL				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
Controlar los agentes de deterioro producidos por los centros urbanos y la industria en los humedales y sus áreas de amortiguación y/o protección	Realizar campaña de limpieza y extracción de escombros, basuras y demás desechos de los humedales de la región del Biobío	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga.	Corto plazo
	Realizar campaña de limpieza y extracción de escombros, basuras y demás desechos de los humedales canalizados	Ministerio de obras públicas	Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Regulación y control efectiva sobre el vertimiento de sustancias químicas y biológicas, disposición de escombros y residuos domésticos sobre los humedales y sus áreas de amortiguación	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Autoridad Sanitaria, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales.	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Fomentar acciones dirigidas al conocimiento de las fuentes potenciales de residuos sólidos y líquidos de carácter industrial, construcción y doméstico vertidas y dispuestos sobre los humedales de la región del Biobío	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Universidades, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Perales, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma	Mediano y largo plazo

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: IMPULSO AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES CON EL CONSECUENTE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA, RURAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LOS HUMEDALES CON UN ÍNDICE DE CALIDAD MUY MALO Y MALO				
PROGRAMA: CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA URBANA Y RURAL				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
			Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	
Recuperación de los humedales como espacio público para la educación ambiental, recreación y disfrute de los pobladores de la región	Recuperación y mantenimiento de áreas verdes urbanas, áreas de protección y espacio público en el entorno de los humedales	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Los Batros, Perales, Paicaví, Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Establecimiento de parques lineales y parques alrededor de las áreas en el entorno de los humedales de los centros urbanos de la región del Biobío	Municipalidades, Ministerio de Medio Ambiente, Instituciones educativas de la localidad, Juntas de Vecinos del área de influencia de los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Los Batros, Perales, Paicaví, Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Mediano y largo plazo
	Recuperando juntos la Ruta de los Humedales de Hualpén, conservaremos mejor la esponja que absorbe la inundación	Municipalidad de Hualpén, Ministerio del Medio Ambiente, Junta de Vecinos Hualpén	Los Boldos, Parque San Andrés, Laguna Price y la Marisma de Lenga	
Recuperación y protección de áreas expuestas a amenazas naturales y prevención de desastres en el entorno de los humedales de los centros urbanos de la región del Biobío	Elaboración de un diagnóstico de los asentamientos humanos localizados sobre los humedales y áreas de amortiguación	Municipalidades, Ministerio del Medio Ambiente, ONEMI y Universidades	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Los Batros, Perales, Paicaví, Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto y mediano plazo
	Diseño de un plan de prevención y atención de desastres por riesgos de inundación y fenómenos de remoción en masa en los asentamientos humanos diagnosticados sobre humedales y sus áreas de amortiguación	Municipalidades, Ministerio del Medio Ambiente, ONEMI y Universidades	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Los Batros, Perales, Paicaví, Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Mediano plazo

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: IMPULSO AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES CON EL CONSECUENTE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA, RURAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LOS HUMEDALES CON UN ÍNDICE DE CALIDAD MUY MALO Y MALO				
PROGRAMA: CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA URBANA Y RURAL				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
Contribuir a la construcción de modelos de producción sostenible en los humedales y sus áreas de amortiguación	Elaboración de diagnóstico de las principales actividades productivas sobre los humedales de la región del Biobío	Municipalidades, Ministerio del Medio Ambiente, SAG y Universidades	Humedales Palustres Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Fomento e implementación de proyectos productivos sostenibles con participación de las comunidades	Municipalidades, INDAP, Ministerio de agricultura, Ministerio del Medio Ambiente, SAG y Universidades	Humedales Palustres Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro	Mediano y largo plazo
	Asistencia técnica y apoyo financiero para la reducción de áreas de humedal hoy mal manejadas por el sector agrícola, ganadero e industrial de la región.	Municipalidades, INDAP, Ministerio de agricultura, Ministerio del Medio Ambiente, SAG y Universidades	Humedales Palustres Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro	Mediano y largo plazo
	Capacitación de la población rural en prácticas agropecuarias sostenibles	INDAP, Municipalidades, Universidades, ONGs ambientales	Humedales Palustres Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lengua, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Difusión de la normatividad ambiental vigente y establecimiento de mecanismos de seguimiento y control	Ministerio del Medio Ambiente, Municipalidades	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue,	Corto y mediano plazo

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: IMPULSO AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES CON EL CONSECUENTE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA, RURAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LOS HUMEDALES CON UN ÍNDICE DE CALIDAD MUY MALO Y MALO				
PROGRAMA: CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA URBANA Y RURAL				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
			Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	
Apoyar la formación de la ciudadanía para desarrollar valores y actitudes que permitan tomar conciencia del cuidado y recuperación del medio ambiente para su propio beneficio	Formación y apoyo a los promotores ambientales comunitarios a través de la capacitación en temas relacionados con los humedales, su manejo y conservación.	Ministerio del Medio Ambiente, Municipalidades, Instituciones Educativas de la Localidad entorno a los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Promoción de jornadas de capacitación para docentes orientados a la problemática regional de los humedales y conocimiento de los instrumentos disponibles de gestión ambiental	Ministerio del Medio Ambiente, Municipalidades, Instituciones Educativas de la Localidad entorno a los humedales, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto plazo
	Adecuación y mantenimiento de zonas naturales de humedales para la educación ambiental y su conocimiento como parques interpretativos y educativos	Municipalidades Talcahuano y Hualpén, ONGs ambientales, Juntas de Vecinos, Instituciones educativas de la localidad entorno a los humedales.	Laguna Recamo, Redacamo, canal El Morro, Guñunhue (Boldos).	Corto Plazo
	Centro cultural Rucapiden de difusión, protección, observación y rescate de avifauna del Fundo Lenga.	Municipalidad e Hualpén, Ministerio del Medio Ambiente	Estuario Lenga y su área de influencia	Corto y mediano plazo

Humedales de la Región del Biobío, 2011

ACCIÓN ESTRATÉGICA: IMPULSO AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES CON EL CONSECUENTE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA URBANA, RURAL Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LOS HUMEDALES CON UN ÍNDICE DE CALIDAD MUY MALO Y MALO				
PROGRAMA: CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA URBANA Y RURAL				
Objetivos específicos	Acciones prioritarias	Actores	Humedales	Plazo*
	Adecuación de sectores de humedales por su riqueza eco-turística en avistamiento de aves.	Municipalidades de Talcahuano y Hualpén	Lagunas Recamo, Redacamo, fundo Estuario Lenga	Corto plazo
	Elaboración de material divulgativo sobre los humedales su problemática y sus potencialidades	Ministerio del Medio Ambiente, Municipalidades, ONGs ambientales, grupos y asociaciones ambientales.	Lagunas Lo Custodio, Las Tres Pascualas, Grande de San Pedro, Lo Galindo, Chica de San Pedro, Lo Méndez, Quelén Quelén, Macera, Humedales Palustres Colcura, Coronel, Estero el Molino, Sector Horcones Playa, Los Batros, Comaco, Paicaví, Río Carampangue – Cementerio, Carampangue (costado río), Villa Dinahue, Huachicop, Entrada a Lota, Estuarios Marisma Rocuant – Andalién, Tubul-Raqui, Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga, Canal Ifarle y Canal El Morro	Corto, mediano y largo plazo

*Corto plazo: 5 años, mediano plazo 10 años, largo plazo: 15 años

Tabla 26. Ejemplos de acciones de manejo y/o gestión de fácil aplicación de corto plazo, con efectos a largo plazo.

Tipo	Humedal	Medidas de Gestión
Estuario	Desembocadura del Estero Coliumo	Humedal de Referencia
Estuario	Sector Colmuyao	
Estuario	Desembocadura Río Itata	
Estuario	Desembocadura Río Pingueral	
Estuario	Canal El Morro	Evitar rellenos y todo tipo de estructura que presione o permita un avance de la actividad inmobiliaria u otro uso industrial
Estuario	Laguna Recamo	Mantener intercambio de agua. Establecer vegetación de helófitos en el entorno. Crear estructura para generar hbitats
Estuario - Palustre Ribereño	Curso inferior el río Bio Bio (Desembocadura Norte del Río Biobío)	Eliminar la estructura del balsadero, control de emisario aguas arriba
Estuario marisma	Estuario Lengua	Limpieza, control de nuevos rellenos y emisión de basuras, aumentar flujo de agua (intercambio)
Estuario intermareal de tipo marisma	Colcura	
Estuario	Chivilingo	
Estuario	Estuario Locobe	
Estuario intermareal de tipo marisma	Complejo Humedales Estuario Tubul-Raqui	
Estuario	Estuario Barrio Pescador	Eliminar el camino que fragmenta el Humedal
Estuario	Desembocadura Río Lebu	Reestablecer el área natural de inundación de las mareas
Estuario	Desembocadura del río Tirúa	Reestablecer el área natural de inundación de las mareas
Estuario	Desembocadura del Río Cobquecura	Mantener
Lacustre dulceacuícola	Laguna Verde	Humedal de Referencia
Lacustre dulceacuícola	Laguna Lo Méndez	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Lo Galindo	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Las Tres Pascualas	Control de entradas, Recuperación de riberas con

Humedales de la Región del Biobío, 2011

Tipo	Humedal	Medidas de Gestión
		vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Macera	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Redonda	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Lo Custodio	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre	Frente de Sitrans	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola, ribereño con pajonales	Estero Los Batros	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Grande de San Pedro	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Chica de San Pedro	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Laguna Price	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Huachipato	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre dulceacuícola	Camino a Huachipato	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre	Lago Lleu-Lleu	Control de entradas, Recuperación de riberas del lago y esteros aportantes con vegetación nativa.
Lacustre	Laguna Lo Pineda	Control de entradas, Recuperación de riberas del lago y esteros aportantes con vegetación nativa.
Lacustre	Avendaño	Control de entradas, Recuperación de riberas del lago y

Humedales de la Región del Biobío, 2011

Tipo	Humedal	Medidas de Gestión
		esteros aportantes con vegetación nativa.
Lacustre	Humedal Laguna La Señoraza	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre	Laguna Quelen Quelen	Control de entradas, Recuperación de riberas con vegetación nativa, filtrar entradas de aguas lluvia mediante canales con trampas de plantas acuáticas
Lacustre	Lanahue	Control de entradas, Recuperación de riberas del lago y esteros aportantes con vegetación nativa. Poda de vegetación acuática (puede ser usada como abono en plazas y cárcavas)
Lacustre	Tranque Tomé	
Lacustre	La Greda	Eliminar las basuras y escombros y rehabilitar con vegetación típica de la zona
Lacustre	Quiñenco	Recuperación de riberas con vegetación nativa en lago y ríos o esteros afluentes
Palustre	Ramadillas	Humedal de Referencia
Palustre	Valle Noble	Restauración de zona de inundación, prohibir nuevos rellenos
Palustre	Arteaga Alemparte	
Palustre	Guñunhue	
Palustre	San Andrés	
Palustre	Perales	Humedal de importancia para la comunidad, mantención y cuidado
Palustre	Comaco	
Palustre	Collao	
Palustre	Palomares	Evitar más rellenos
Palustre	Costado Cerro Chepe	Desaparecido
Palustre	18 de septiembre	Implementar una zona de protección
Palustre	Huachicop	
Palustre	Humedal Río Carampangue – Cementerio	
Palustre	Humedal Carampangue (costado río)	

Humedales de la Región del Biobío, 2011

Tipo	Humedal	Medidas de Gestión
Palustre	Camino Peaje Chaimavida	Detener nuevos rellenos
Palustre	Villa Dinahue	
Palustre	Carriel Norte	Impedir la generación de más rellenos
Palustre	Entrada a Lota	Desaparecido
Palustre	Coronel	
Palustre	Lomas Coloradas	
Palustre	Ruta 160	
Palustre	Paicaví (Tucapel Bajo - Paicaví)	
Palustre	Cosmito	
Ribereño	Río Biobío	
Ribereño	Canal Ifarle	
Ribereño	Río Paicaví	
Ribereño	Estero Collen	
Ribereño	Vegas de Nonguén	Mantener, evitar nuevos relleno
Ribereño	Río Andalién	Recuperar la llanura de inundación, crear lugares de inundación, limitar el desarrollo inmobiliario.
Humedal Boscoso y Palustre	Estero el Molino	Estabilizar la pendiente del río
Humedal Boscoso	Sector Horcones	

7. CONCLUSIONES

- Los Humedales con mayor grado de información corresponden a aquellos urbanos localizados en el Gran Concepción, específicamente en las áreas de las comunas de Concepción, Talcahuano, Penco, Hualpén y San Pedro de la Paz. Muchos de estos estudios han sido desarrollados para la línea de base de proyectos urbanísticos y de desarrollo que las comunas han venido impulsando, con el fin de conocer el grado de intervención que dichos proyectos tendrán en la estructura y dinámica de estos ecosistemas. Igualmente, los estudios de humedales como Tubul-Raqui y Lenga han sido realizados por la gran significancia ambiental y ecológica que representan para la región y el país.
- Diversos estudios en la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro, identifican al crecimiento urbano como la amenaza más importante sobre los humedales. Estos estudios indican que una pérdida del 23% en los humedales del Concepción metropolitano, se produjo entre los años 1975 y 2000.
- Dentro del levantamiento de la información biótica de los humedales, se puede distinguir gran cantidad de información para las aves acuáticas, vegetación y peces, con sólo pocos estudios sobre otros grupos, como los macroinvertebrados bentónicos e insectos. Específicamente los estudios realizados sobre este último grupo, indican que factores como la pérdida, fragmentación y homogenización del hábitat, la eutroficación y la contaminación de los humedales, serían los más importantes en explicar la disminución en la abundancia y diversidad de insectos en estos ambientes. Al mismo tiempo, la sensibilidad de estos insectos a estos factores, los convertiría en un excelente indicador de la “salud” de estos ecosistemas.
- La heterogeneidad de la información de los humedales de la Región del Biobío es significativa, por lo que ha sido complicado el hallazgo de dicha información en sus diferentes fuentes. Sin embargo, se entrega la información relevante posible, que permitan desarrollar nuevos estudios para los humedales identificados como prioritarios.
- Según las visitas realizadas en cada una de las municipalidades de la intercomuna, se detectó una importante heterogeneidad en los criterios utilizados a la hora de identificar y priorizar los humedales de cada comuna, otorgando por tanto, una valoración diferencial a estos ecosistemas. En este sentido, se hace necesario a través de este estudio consensuar criterios, para: i) consolidar una apreciación común (nivel municipal, gubernamental) sobre la importancia de los humedales, ii) generar una adecuada priorización de los humedales, para la conservación, manejo y eventual recuperación de dichos ecosistemas. Igualmente se detectó la necesidad de conocer qué medidas de orden municipal y regional (ordenanzas, etc.) existen a favor de la conservación y manejo de los humedales en cada comuna, para realizar un análisis de la aplicabilidad de las estrategias de orden nacional a nivel regional y local.

- La información cartográfica utilizada hasta el momento, corresponde a la generada por la CONAF en 1998. En este estudio se propone actualizar dicha información, especialmente la relacionada con la red hidrográfica y los humedales asociados, usos del suelo y coberturas vegetales.
- A través del estudio de recopilación de información de base, se detectó un gran interés por parte de las municipalidades para participar del proyecto, debido a los objetivos que éste persigue y por la necesidad de compartir sus experiencias y dificultades relacionadas con el manejo y conservación de sus humedales.
- Finalmente, se puede establecer que los humedales palustres de la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro son importantes áreas para numerosas especies con problemas de conservación, varias de las cuales son consideradas de importancia internacional (Convención Ramsar, 1999). Sin embargo, la mayor parte de los humedales presentes en esta zona están siendo reemplazados por áreas urbanas, por lo que urge la aplicación de planes de manejo para prevenir su degradación y la consecuente pérdida de especies, en una de las zonas biogeográficas más importantes del país (mesomórfica), dada su condición medial entre los ecosistemas del Norte y Sur. En este sentido, es relevante la fiscalización de una serie de humedales que están siendo drenados mientras se realizan estudios.
- Los humedales palustres con mayores problemas de conservación corresponden a: Humedal Los Batros, Humedal Paicaví, Humedal Dinahue, Humedal Comaco, Humedal Huachicop, Humedal Costado Río Carampangue, los cuales registraron índices entre 0 y 20 que corresponden a una calidad "Muy Mala", todos ellos altamente presionados por proyectos urbanísticos (instituciones, viviendas, vías entre otros) y por la total ausencia de gestión y planificación urbana sustentable. En los humedales Dinahue, Comaco y Huachicop existen vestigios de vegetación típica de humedal. Durante el verano son fuertemente presionados por la disposición de escombros principalmente. Durante el período invernal algunos sectores son anegados, sin embargo, las características funcionales de éstos se han perdido y requieren de medidas importantes, por lo cual se considera dar prioridad a humedales que aún pueden ser recuperados.
- Las lagunas con mayores problemas de conservación corresponden a Laguna Lo Custodio, Laguna Lo Galindo, Laguna Lo Méndez, Laguna Tres Pascualas, Laguna La Macera y Canal El Morro, los cuales registraron índices entre 0 y 20 que corresponden a una calidad Muy Mala, todas ellas con un desarrollo urbanístico en sus áreas de amortiguación y/o protección, las cuales se encuentran directamente en contacto con vías urbanas y/o viviendas, potenciado su sedimentación y eutrofización por las obras hidráulicas con las cuales se han intervenido las lagunas para amoldarlas al diseño urbanístico de los proyectos inmobiliarios y no se han adaptado a la estructura de las lagunas.
- Los humedales palustres que registraron un índice de conservación de calidad Mala con valores entre 20 y 40 corresponden a Humedal Entrada a Lota (en proceso de relleno), Humedal Colcura, Canal Ifarle, Humedal Coronel, Estero el Molino, Humedal Carampangue (cementerio) y

Estuarios de Chivilingo, Barrio Pescador, Lenga y Tubul Raqui. Todos ellos con diferentes tipos de estresores y desarrollo de nuevos proyectos de viviendas como en el caso de Humedal Entrada a Lota, Humedal Coronel, Canal Ifarle y Estuario Lenga, con evidentes movimientos de tierra, rellenos y compactación. Para el caso de los humedales Colcura, Estuario Chivilingo, han sido fuertemente intervenidos por la construcción de vías regionales como al ruta 160; el Estuario Lenga, Estero el Molino, Humedal Carampangue, Estuario Barrio Pescador han sido intervenidos por la construcción de vías rurales en tierra de carácter comunal, esto ha transformado la regulación hidráulica de los humedales y con ello, su funcionalidad química y biológica.

- En el caso de los humedales palustres de calidad Mala con valores entre 20 y 40 como Humedal Colcura, Humedal Coronel, Estuarios Lenga y Barrio Pescador están presionados por la disposición incontrolada de escombros y basura.
- Las lagunas con calidad Mala con valores entre 20 y 40 son Laguna Chica de San Pedro y Laguna Quelén Quelén. Para el caso de la primera Laguna si bien posee una calidad de agua relativamente aceptable, carece de un área de protección y/o amortiguación, la cual está urbanizada, igualmente se han desarrollado obras de infraestructura hidráulica como ductos y canales para su adaptación a los proyectos de carácter urbanístico que se siguen desarrollando.
- Con índice de estado de conservación de calidad Media se encuentran los humedales palustres Lomas Coloradas, Perales, San Andrés, Humedal localizado por la Ruta 160, Ramadillas, humedal sector Horcones y el estuario Locobe-Arauco, los cuales aún conservan sectores de humedal con características físicas e hidráulicas propias de su funcionamiento.
- Los humedales con algún grado de gestión para manejo y conservación son Humedal Perales, Estuarios Tubul Raqui y Humedal de Lenga. También existe un interés por mejorar el estado de las lagunas urbanas de Concepción Metropolitano.
- Los humedales como Lomas Coloradas, Laguna Verde, Laguna Lo Pineda, Ramadillas, Horcones-Arauco se encuentran relativamente protegidos debido a que se encuentran localizados en predios de carácter privado, lo cual ha permitido gestionar su manejo y conservación en cuanto a la intervención de proyectos de desarrollo no sustentables. Al respecto, los humedales ubicados en sitios privados como Huachipato tiene protección por parte de la empresa, mientras que la Laguna Price ha sido protegida por la población aldeaña frente a proyectos de desarrollo inmobiliario e industrial.
- Entra las mayores presiones a las que se ven sometidos los humedales destacan los rellenos y la acumulación de escombros, que muchas veces terminan llevando a la desaparición a estos ecosistemas. El terremoto del 27 de febrero de 2010 incrementó la cantidad de escombros que deben ser llevados a un sitio para su disposición final y en este sentido es que muchos humedales (e.g. sectores aldeaños a la carretera interportuaria en Talcahuano, ribera de la laguna Lo Galindo, Humedal Barrio Pescador en Arauco, etc.), se vieron impactados por grandes cantidades de escombros y lo que es peor aún, mezclados con otro tipo de residuos, lo que aumenta los problemas ambientales que pueden surgir en estos sistemas. Por otro lado, cabe destacar que la autorización para la disposición de los mismos recae en la Autoridad Sanitaria

(MINSAL) siendo necesaria entonces la participación activa de otros organismos competentes para evitar que se utilicen los humedales como escombreras, y que además se pueda seleccionar el sitio más idóneo para estas prácticas (o nuevas tecnologías para el tratamiento y disposición adecuada).

- Finalmente, podemos concluir que para implementar un plan de gestión de humedales, la unidad básica de acción debe ser la subcuenca entendiendo que las necesidades y realidades pertenecen a cada humedal, ya que abordar los humedales como hitos individuales no nos ayuda a afrontar el inminente problema de su desaparición, por ello se requiere una visión sistémica de los procesos que ocurren en las subcuencas (ciclo y balance hidrológico de una subcuenca). La individualización de los humedales (usando distintos nombres para una misma unidad), además de dar cuenta del escaso conocimiento que se tiene de ellos, impide una buena gestión en su conservación debido a que se siguen considerando como sistemas aislados no entendiendo su verdadero funcionamiento. Para ello planteamos seguir el ciclo de manejo y gestión de cuencas (Figura 12).



Figura 12. El ciclo y los procesos del manejo y la gestión de Cuencas Hidrográficas

El modelo propuesto de trabajo para la gestión debe integrar a las personas, debe abrir las ventanas de participación, puesto que en la actualidad resulta casi imposible detener cualquier proyecto sobre los humedales o incentivar la mantención y/o restauración sin la participación de vecinos, debido a que no hay claridad respecto de qué puede hacer la autoridad frente la propiedad privada. Facilitaría si los humedales fueran integrados a los instrumentos de planificación. En la actualidad no permiten incorporar los humedales como Zonas de Valor Natural, ya que al no pertenecer a una categoría mayor (ej. Ramsar) se encuentran más desprotegidos.

En el ciclo presentado claramente podemos ver debilidades en cuanto al trabajo con la comunidad. En este estudio, si bien recibimos información de municipios y algunas ONG, no fue posible poder identificar todos los actores involucrados directa e indirectamente con los humedales y sus respectivas subcuencas que los contienen, no obstante, se establece el marco teórico a la vez que delinea una propuesta de manejo y gestión de los humedales del región del Biobío, considerando los escasos recursos y cómo maximizarlos (ej. medidas pequeñas de restauración pero de largo impacto señalados en la tabla 25).

En definitiva son los actores los que se deben poner de acuerdo para qué y qué esperan de los humedales. Este trabajo es un importante avance en cuanto a la diagnosis de cada humedal identificando su estado de calidad y por otro lado, permite delinear posibles líneas a tomar en consideración en cada humedal.

Consideramos que se deben establecer mesas de trabajos en cada una de las subcuencas de la octava región y en base al trabajo presentado podrán establecer prioridades, identificar fortalezas y debilidades y, lo que es de gran importancia, conseguir financiamiento para llevar a cabo las propuestas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cartes A. (2005) Las Tres Pascualas: patrimonio natural y cultural de Concepción. Fondo de apoyo a iniciativas culturales comunales de la I Municipalidad de Concepción. Trama Impresores S.A. 147 pp. Ministros de CONAMA, Gobierno de Chile.
- CONAMA, 1998. Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Consejo Directivo de Gobierno de Chile.
- CONAMA, 2005. Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Consejo Directivo CONAMA.
- CONAMA, 2005. Política Nacional de Áreas Protegidas. Directorio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Gobierno De Chile
- CONAMA, 2005. Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, Consejo Directivo de CONAMA, Gobierno De Chile.
- CONAMA, Biobío 2009. Memoria Gestión 2008 – 2009, Concepción, Chile
- DMA (1991-1992) Dirección de Medio Ambiente. Monitoreo del agua del canal “El Morro”. EULA.
2001. Flujo de material orgánico asociado al Canal El Morro. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción. 22 pp.
- Edit. Andrés Bello (1991) Cartas de don Pedro de Valdivia que tratan del descubrimiento y la conquista de la Nueva Extremadura. p. 151.
- Elliott, M., Burdon, D., Hemingway, K.L. & S.E. Apitz (2007) Estuarine, Coastal and Shelf Science, 74: 349-366.
- EULA (2002) Declaración de Impacto Ambiental, Proyecto de Saneamiento Ambiental, Canal El Morro, EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- EULA (2006) Línea de Base Evaluación de Impacto Ambiental San Pedro del Valle, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Figueroa C & R Urrutia (2009) Efecto de la expansión urbana entre los años 1955 y 2009 sobre el humedal Chepe Carriel Sur. Informe Centro Eula/Universidad de Concepción. 16 pp.
- Girardet, H. (1992). The Gaia Atlas of cities: new directions for sustainable urban living. London: Gaia Books Ltd.
- Gobierno de Chile Región del Biobío, Universidad del Biobío 2008. Estrategia Regional de Desarrollo Región del Bío-Bío 2008 – 2015. Concepción.
- Hollis G.E. & C.M. Finlayson (1996). Ecological change in Mediterranean wetlands. In Methodological guide to monitoring Mediterranean wetlands, eds P Tomas-Vines, CM Finlayson, B Goldsmith, R Rufino & P Grillas, MedWet, Slimbridge, UK, 5–24.
- Ministerio de Medio Ambiente, 2010. Plan de Acción Estrategia Nacional de Humedales, Gobierno de Chile.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Seremi Región Biobío, 2002. Plan Regulador Metropolitano de Concepción. Zonificación escala 1:100.000
- Municipalidad de Arauco, 1.987. Plan Regulador Comunal de Arauco. Escala 1:5000
- Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2011. Plano Regulador San Pedro de la Paz. Escala 1:10000.
- Municipalidad de San Pedro de la Paz, SECPLA Asesoría Urbana, 2011. Plan Regulador Comunal
- Pimm, S. L. (1984). The complexity and stability of ecosystems. Nature 307:321–326
- Portal del Ministerio del Medio Ambiente, link Biodiversidad, Gestión, Políticas. www.mma.gob.cl
- RAMSAR (2011) The List of Wetlands of International Importance (actualized 26 July 2011), 44 pp. <http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>.
- RAMSAR CONVENCION (2011) The Ramsar convention, http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2__.

- Rudolph, A. & R. Ahumada (1987). Intercambio de nutrientes entre una marisma con una fuerte carga de contaminantes orgánicos y las aguas adyacentes. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. 58:151-169.
- San Pedro de la Paz, Ordenanza Local.
- Sanhueza I.C. & P. Claret, 2009. Catastro de plantas vasculares presentes en el Humedal Rocuant-Andalién. Municipalidad de Talcahuano. Chile.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Urrutia R., Lara F. & Ministerio de Bienes Nacionales (2008) Guía de manejo para terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la región del Biobío, Humedal Tubul – Raquí. Ministerio de Bienes Nacionales y Centro EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

ANEXO 1

Levantamiento y Análisis de Información Secundaria Sobre Evaluación Ecológica en Humedales de la Región del Biobío

ANEXO 2

Índice de Estado de Conservación de Ecosistemas Lénticos Someros (ECELS), propuesto por la Agencia Catalana del Agua (2004), modificado para su aplicación en Chile.

INDICE DEL ESTADO DE CONSERVACION DEL HUMEDAL			
Nombre:		Fecha:	
Localidad:		Evaluador:	
Coordenadas GPS:		VALOR FINAL:	

Bloque 1. Morfología (max 20 puntos)

- | | |
|---|----|
| 1.1. pendiente de la franja litoral | |
| a.-predomina una pendiente < del 25% | 20 |
| b.-predomina una pendiente entre el 25 y el 50% | 10 |
| c.-predomina una pendiente entre el 50 y el 75% | 5 |
| d.-ausencia de litoral (pendiente > 75%) | 0 |

Modulador del Bloque 1

- | | |
|---|-----|
| A. Presencia de rellenos, represas o espigones en más del 50% del perímetro del humedal | |
| a.-hechos de tierra | -5 |
| b.-de cemento, plástico o roca | -10 |
| B. Evidencia de aterramiento de parte de la laguna | -10 |

Bloque 2. Construcciones, Infraestructuras y usos humanos (max 20 puntos)

- 2.1. Infraestructuras hidráulicas relacionadas con el agua del humedal (extracciones de agua, canales, etc. No incluir rellenos)
- | | |
|--------------|---|
| a.-ausencia | 5 |
| b.-presencia | 0 |
- 2.2. Infraestructuras viarias a menos de 100 m
- | | |
|--------------------------------------|---|
| a.-ausencia | 5 |
| b.-pista forestal (tierra) | 3 |
| c.-carretera asfaltada o vía de tren | 0 |
- 2.3. Infraestructura inmueble a menos de 100 m (en caso de varias opciones, optar por la más restrictiva)
- | | |
|---|---|
| a.-presencia de camping, depuradora, granja o polígono industrial | 0 |
| b.-presencia de campo de golf | 2 |
| c.-presencia de viviendas. Determinar según el tamaño del humedal | |

	<0.5 ha	0.5 – 3 ha	> 3 ha
a. ausencia	5	5	5
b. entre 1 y 10 casas	0	1	3
c. más de 10 casas	0	0	0

- 2.4. Uso agrícola, ganadero o silvícola
- | | |
|--|---|
| a.-ausencia | 5 |
| b.-presencia de uso agrícola, ganadero o silvícola en el entorno del humedal | 3 |
| c.- uso agrícola, ganadero o silvícola que afecta al litoral del humedal | 1 |
| d.- uso agrícola, ganadero o silvícola en el interior del humedal | 0 |

Modulador del Bloque 2

- | | |
|--|----|
| A. Frecuencia | |
| a. media (grupos de visitantes al espacio al menos una vez por semana) | -3 |
| b. alta (casi siempre hay gente en el humedal) | -5 |
| B. Conservación | |
| a. presencia significativa de desperdicios visibles en el humedal | -5 |

Humedales de la Región del Biobío, 2011

b. presencia significativa de desperdicios en los alrededores del humedal	-3
c. Información y gestión del espacio (no más de una opción)	
c.1. paneles informativos, miradores	+1
c.2. Figura de protección	+3
c.3. gestión activa del espacio	+5
C. Presencia de fauna alóctona o doméstica	-5

Bloque 3. Aspecto del agua

(max 10 puntos)

3.1. Transparencia	(max 5 puntos)
a.- agua transparente	5
b.- agua un poco turbia	2
c.- agua muy turbia	0
3.2. Olor	(max 5 puntos)
a.- se detecta un olor muy fuerte	0
b.- no se detecta olor fuerte	5

Bloque 4. Vegetación de helófitos

(max 30 puntos)

4.1. Extensión en el perímetro	(max 15 puntos)
a.- ausencia	0
b.- presencia (< 25%)	5
c.- entre el 25 y el 90%	10
d.- cinturón completo (> 90%)	15
4.2. Extensión en el humedal	(max 15 puntos)
a.- ocupa todo el humedal (> 90%)	0
b.- ocupa entre el 50 y el 90 %	5
c.- ocupa entre el 25 y el 50%	10
d.- ocupa el borde	15
e.- ausencia	0

Modulador del Bloque 4

A. Comunidad dominante	
a. cañaveral (dominancia caña > 50%)	-10
b. caña como única especie (> 95%)	-5
c.- comunidad multiespecífica o dominada por otra especie	+10
d.- presencia significativa de plantas exóticas	-10
B. Estrato arbóreo (a menos de 10 m del humedal)	
a.- presencia de árboles autóctonos aislados	+5
b.-cinturón completo de árboles autóctonos	+10
c.- presencia de árboles alóctonos aislados	-5
d.- cinturón completo de árboles alóctonos	-10
e.- plantación (autóctona o alóctona)	-10
C. Permanencia del agua	
a.- temporal	+15
b.- permanente o semipermanente (< 30 cm de agua como máximo)	+10

Bloque 5. Vegetación sumergida y flotante		(max 20 puntos)
5.1. Cantidad de vegetación sumergida o flotante enraizada en la cubeta del humedal		(max 15 puntos)
a.- ausencia		0
b.- presencia (< 25%)		5
c.- entre el 25 y el 90 %		10
d.- recubrimiento total del fondo (> 90%)		15
5.2. Cantidad de vegetación flotante en la superficie del humedal		(max 5 puntos)
a.- ausencia		0
b.- presencia (< 25%)		3
c.- entre el 25 y el 90 %		5
d.- recubrimiento total de la superficie (> 90%)		0

Modulador del Bloque 5

A. Comunidad de vegetación sumergida o flotante	
a. vegetación sumergida o flotante dominada por plantas vasculares o carófitas	+10
b. comunidad con abundancia similar de algas filamentosas y plantas vasculares o carófitas	+5
c. comunidad dominada por algas filamentosas	-5
d. comunidad dominada por lentejas de agua	-5
e. especies alóctonas abundantes (> 20%)	-10

Observaciones: (Si es necesario realice un esquema del sistema)

ANEXO 3

Principales sistemas naturales humedales identificados en la Región del Biobío

Levantamiento y Análisis de Información Secundaria Sobre Evaluación Ecológica en Humedales de la Región del Biobío

1. Introducción

Chile posee diversos tipos de humedales, desde la Cordillera de Los Andes hasta el océano y desde el norte a la zona austral del país. Estos ambientes son de alto interés nacional e internacional, y su importancia se relaciona no sólo con la biodiversidad que sostienen si no también con la gran variedad de bienes y servicios que ofrecen a las personas. Casi a partir de su primera relación con el hombre, los humedales han sido sometidos a diversas presiones, pasando por una etapa en la cual el hombre utilizaba recursos de los humedales para su subsistencia (Torrejón, com. pers.), hasta la intensiva explotación y descarga de residuos, lo cual ha determinado la consecuente degradación de estos importantes sistemas acuáticos, siendo uno de los impactos más importantes, la pérdida de la biodiversidad.

Este proyecto pretende focalizar la investigación en la conservación de humedales de la Región del Biobío, especial atención merece la zona costera. Son de alta importancia también los ambientes lacustres y humedales de zonas urbanas. A lo largo de la costa se identifican cerca de 17 humedales de gran tamaño y 30 de menor superficie (Catastro Regional 2008) como Rocuant-Andalién, Lengua y Tubul-Raqui (González & Victoriano 2005). Alrededor de una decena están ubicados en las comunas de Concepción-Talcahuano-San Pedro, por ejemplo: Laguna Redonda, Laguna Grande y Chica de San Pedro, Lagunas Lo Galindo, Lo Méndez, lo Custodio, lo Pineda, y otros más pequeños; todos los lagos de esta zona son de origen fluvial y presentan una mezcla de vegetación acuática emergente y espacios abiertos. Varios de ellos se han incluido en la Estrategia Regional de Conservación de Humedales con la categoría de sitios prioritarios para resguardar la biodiversidad.

2. Caracterización de la Región del Biobío

La región del Biobío tiene una superficie de 37.068,7 km², representa el 4,9% del territorio nacional. La población regional es de 1.861.562 habitantes, y su densidad alcanza a 50,2 hab./km², 13% de la población del país, la segunda más poblada en el país. La región está compuesta por las provincias de Arauco, Biobío, Concepción, Ñuble y la capital regional es la ciudad de Concepción (UGIT GORE BÍO BÍO, 2010).

La Región del Biobío cuenta con una superficie de humedales de 8994,34 ha y una superficie de cuerpos de agua de 49514,58 ha (UGIT GORE BÍO BÍO, 2010). Cuenta con 13 cuencas hidrográficas, las cuales se detallan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Cuencas Hidrográficas de la Región del Biobío

NOMBRE	AREA Km ²
Costeras Carampangue-Lebu	619,80
Costeras e Islas entre R.Paicavi y Limite Región	1242,60
Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío	1497,41
Costeras e Islas entre Ríos Biobío y Carampangue	391,47
Costeras entre limite Región y R. Itata	614,11
Costeras Lebu-Paicavi	1692,39
Costeras Limite Región y R. Imperial	15,50
Costeras Maule y Limite Región	51,81
Río Biobío	16274,84
Río Carampangue	1259,60
Río Itata	11252,55
Río Lebu	857,68
Río Maule	1322,03

Fuente: Cartografía CONAF 1998, Datos EULA 2011

Nota: El área que aparece en la tabla corresponde al área total por cada cuenca, en algunos casos el área excede los límites de la región

La cuenca con mayor superficie en la región del Biobío corresponde al Río Biobío que además lo convierte en el humedal de mayor relevancia económica, le sigue en importancia la Cuenca del Río Itata. En la Tabla 2 se presenta una clasificación de las diferentes tipologías de humedales marinos y costeros de la región del Biobío, mientras que en las Tablas 3 y 4, se detalla una lista de los principales humedales de la región. Para este estudio sólo se tendrán en cuenta los humedales naturales marinos, costeros y continentales.

Tabla 2. Principales tipos de humedales marinos y costeros de la Región del Biobío

HUMEDALES MARINOS Y COSTEROS
Aguas marinas someras permanentes , en la mayoría de los casos de menos de seis metros de profundidad en marea baja; se incluyen bahías y estrechos.
Lechos marinos submareales ; se incluyen praderas de algas, praderas de pastos marinos, praderas marinas mixtas tropicales.
Costas marinas rocosas ; incluye islotes rocosos y acantilados.
Playas de arena o de guijarros ; incluye barreras, bancos, cordones, puntas e islotes de arena; incluye sistemas y hondonales de dunas.
Estuarios ; aguas permanentes de estuarios y sistemas estuarinos de deltas.
Pantanos y esteros (zonas inundadas) intermareales; incluye marismas y zonas inundadas con agua salada, praderas halófilas, salitrales, zonas elevadas inundadas con agua salada, zonas de agua dulce y salobre inundadas por la marea.
Ríos/arroyos permanentes ; incluye cascadas y cataratas.
Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares .
Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8ha); incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río).
Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce ; charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.
HUMEDALES CONTINENTALES
Ríos/arroyos permanentes ; incluye cascadas y cataratas.
Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares .
Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8ha); incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río).
Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce ; charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.
Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos ; incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), "potholes", praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.
Humedales alpinos/de montaña ; incluye praderas alpinas y de montaña, aguas estacionales originadas por el deshielo.
Manantiales de agua dulce, oasis .
Humedales geotérmicos .
HUMEDALES ARTIFICIALES
Estanques de acuicultura (por ej. estanques de peces y camarónicas)
Estanques artificiales ; incluye estanques de granjas, estanques pequeños (generalmente de menos de 8ha).
Tierras de regadío ; incluye canales de regadío y arrozales.
Tierras agrícolas inundadas estacionalmente ; incluye praderas y pasturas inundadas utilizadas de manera intensiva.
Zonas de explotación de sal ; salinas artificiales, salineras, etc.
Áreas de almacenamiento de agua ; reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales (generalmente de más de 8 ha).
Excavaciones ; canteras de arena y grava, piletas de residuos mineros.
Áreas de tratamiento de aguas servidas ; "sewage farms", piletas de sedimentación, piletas de oxidación.
Canales de transportación y de drenaje, zanjás .
Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos , artificiales

(Fuente: EULA, 2005)

Tabla 3. Principales sistemas naturales humedales de la Región del Biobío

HUMEDALES CONTINENTALES			
	HUMEDAL	COMUNAS (más importantes)	CENTROS URBANOS
Cuencas Hidrográficas (Fluviales)			
1.	Cobquecura (Sector Desembocadura del Río Cobquecura)	Trehuaco, Coelemu	Cobquecura
2.	Cobquecura y Sector Colmuyao	Cobquecura	Sur de Cobquecura
3.	Itata (Sector Boca del Río Itata)	Chillán, Coelemu, Quillón	Chillán, Quillón, Coelemu
4.	Pingüeral (Desembocadura Río Pingüeral)	Tomé	Tomé, Dichato, Concepción
5.	Complejo Humedales Andalién (Humedal Andalién)	Penco, Concepción	Concepción
6.	Andalién – Laguna Lo Pineda	Concepción	Concepción
7.	Biobío (Desembocadura del Río Biobío)	Concepción, Talcahuano, San Pedro.	Concepción, Talcahuano, San Pedro, etc.
8.	Carampangue (Complejo de Humedales Sector bajo Río Carampangue)	Arauco	Carampangue, Arauco
9.	Lebu (Desembocadura Río Lebu)	Lebu, Curanilahue	Lebu, Curanilahue
10.	Valle y Desembocadura del río Tirúa	Tirúa	Tirúa
11.	Paicaví (Complejo Lagunar Lebu – Paicaví)	Contulmo, Cañete	Cañete
12.	Lagunas Altoandinas Río Ñuble	Sector San Fabián de Alico	San Fabián de Alico
Cuencas Hidrográficas (Lacustres)			
13.	Avendaño	Quillón	Quillón
14.	Laja	Antuco	Antuco
15.	Humedal Laguna La Señoraza	Laja	Laja
16.	Icalma	Lonquimay	Lonquimay
17.	Galletue	Lonquimay	Lonquimay
18.	Sistema lagunas Metropolitanos (7 lagunas)	Concepción	Concepción
19.	Grande de San Pedro	San Pedro de la Paz	San Pedro de la Paz, Concepción
20.	Chica de San Pedro	San Pedro de la Paz	San Pedro de la Paz, Concepción
21.	La Posada	Coronel	Coronel, San Pedro de la Paz
22.	Quiñenco	Coronel	Coronel
23.	Lanahue	Contulmo, Tirúa, Cañete	Contulmo, Cañete
24.	Lleu-Lleu	Contulmo, Tirúa, Cañete	Cañete
HUMEDALES MARINOS Y COSTEROS			
25.	Desembocadura del Estero Coliumo	Tomé	Dichato, Tomé
26.	Marisma Rocuant	Talcahuano	Talcahuano
27.	Estuario Lenga	Talcahuano	Talcahuano
28.	Complejo Humedales Estuario Tubul-Raqui	Arauco	Arauco
OTROS			
29.	Humedales Boscosos		

(Fuente: EULA, 2005 modificado en este estudio).

Tabla 4. Humedales continentales con estudios ambientales incluyendo biota acuática

Ríos	Esteros, Canales, Lagos	Lagunas
Rio Biobío	Estero Nonguén	Laguna Grande de San Pedro
Rio Itata	Estero Quilque	Laguna Chica de San Pedro
Rio Huepil	Estero Queule	Laguna Redonda
Rio Chillán	Estero Roa	Laguna Las Tres Pascualas
Río Ñuble	Estero Lenga	Laguna Lo Mendez
Rio Andalién	Canal el Morro	Laguna Quiñenco
Rio Laja	Canal Zañartu	Laguna La Posada
Rio Rucue	Canal Cruz Ciprés	
Rio Carampangue	Canal el Roble	
Rio Rarínco	Canal Quillón	
Rio Guaqui	Canal Pinochet	
	Lago Avendaño	
	Lago Laja	
	Lago Lanalhue	
	Lago Lleu-Lleu	

(Fuente: EULA, 2005)



Figura 1. Humedales ríos de mayor longitud en la Región del Biobío, EULA 2011.

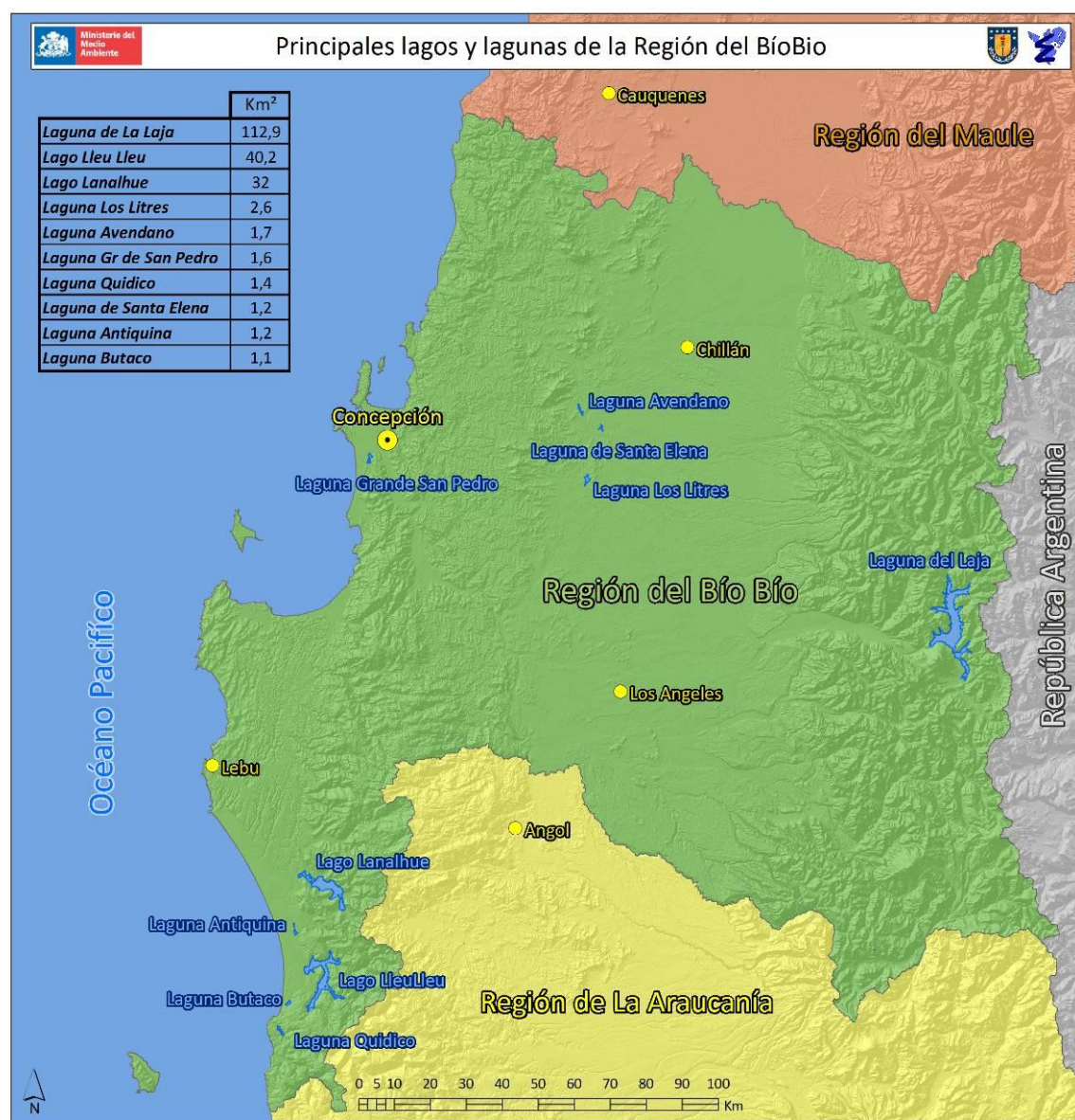


Figura 2. Humedales: Lagos y Lagunas de la Región del Biobío· EULA, 2011

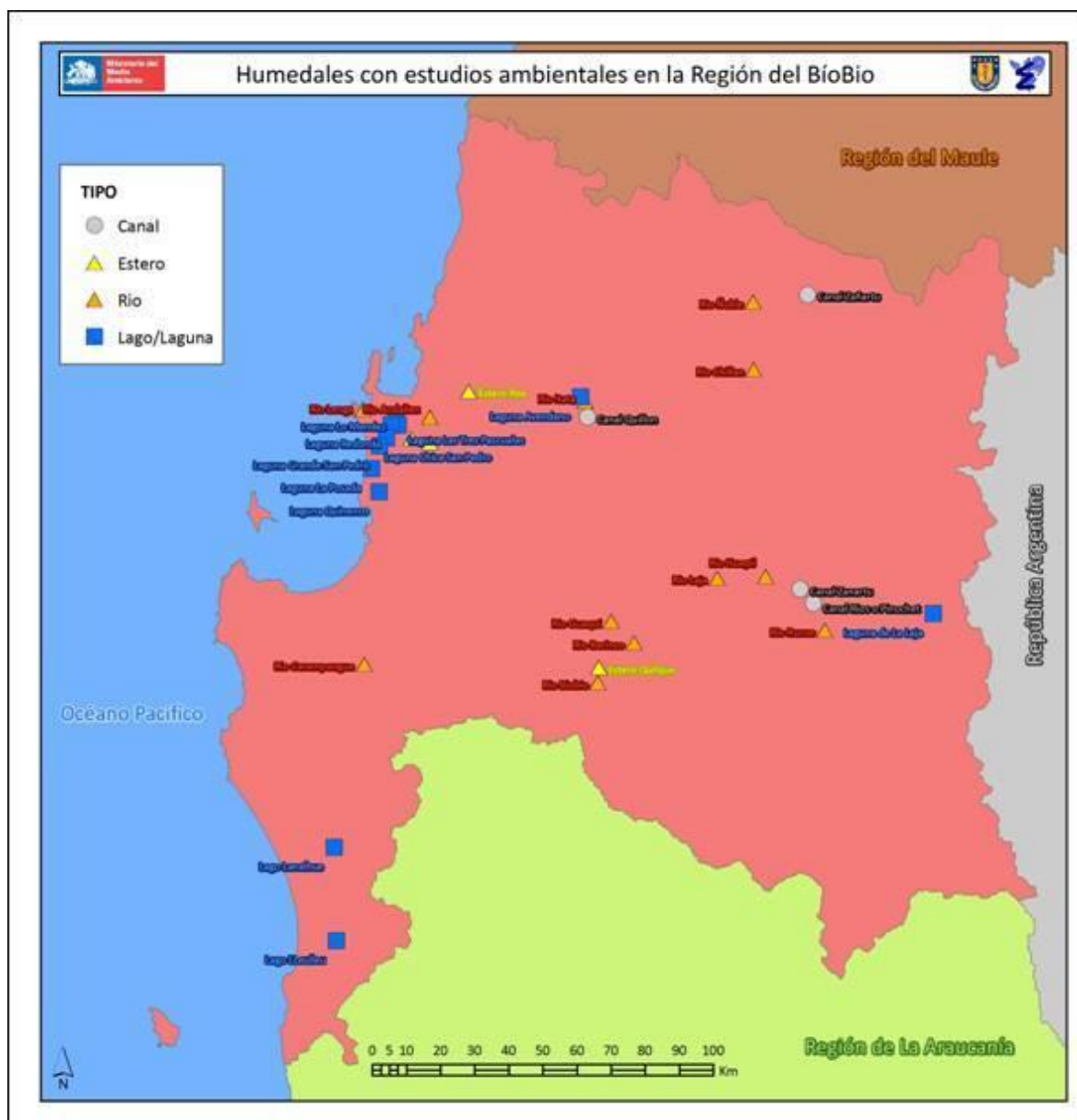


Figura 3. Áreas con estudios de biota acuática en la Región: bacterias, fitoplancton, fitobentos, macrófitos acuáticos, zoobentos y peces, (EULA, 2005).

2.1. Descripción de las Principales cuencas hidrográficas de la región del Biobío

2.1.1. Cuenca del Río Biobío (www.conama.cl, 2010)

Es la tercera cuenca más grande del país, después de las de los ríos Loa y Baker y se extiende entre los 36º y los 39º de Latitud Sur, sobre un área de 24.260 km² que incluye parte de la Región del Biobío y de la Araucanía. Esta área corresponde aproximadamente al 3% de la superficie continental del país. El 72% de la superficie de la cuenca está ubicada dentro de la Región del Biobío, mientras el restante 28% se encuentra en la Región de la Araucanía.

Esta hoya andina recoge las aguas de una extensa zona cordillerana, desde su nacimiento en el lago Galletué, el Biobío recorre un curso de 380 km con una dirección SE-NO, y desemboca en el lado norte del Golfo de Arauco. Debido a la presencia de distintas unidades morfológicas (Cordillera de los Andes, Piedemonte Andino, Valle Central o Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa), que afectan el tipo (lluvia o nieve) y cantidad de precipitación, por efectos orográficos, los distintos tributarios y el mismo cauce principal tienen un régimen hidrológico variable. En el Alto Biobío el régimen es nivo-pluvial; mientras que aguas abajo, el régimen se convierte en pluvio-nival, es decir, los mayores caudales medios son los invernales, causados por las precipitaciones asociadas a sistemas frontales.

En su desembocadura, el régimen es básicamente pluvial, sintiéndose apenas la influencia de los deshielos. El caudal medio anual del Biobío varía entre 30 m³/s en su nacimiento, hasta casi 1.000 m³/s en su desembocadura. La crecida media anual en su desembocadura alcanza los 6.670 m³/s, pero se estima que podrían registrarse crecidas sobre los 17.000 m³/s, al menos una vez cada cien años, en promedio.

El río Biobío, corresponde a un recurso hídrico de uso múltiple desde su nacimiento hasta su desembocadura. Estos usos son: abastecimiento de agua potable e industrial, generación hidroeléctrica, riego, receptor de efluentes urbanos e industriales, acuicultura, recreación y turismo, extracción de áridos y conservación de la biodiversidad. Es la fuente primordial de agua potable para gran parte de las comunas que se ubican a lo largo de él, como son por ejemplo, de mayor a menor población: Concepción, Hualpén, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Chiguayante, Santa Juana, Hualqui, etc.

En el sistema fluvial del río Biobío, tanto en su curso principal como en sus afluentes o tributarios principales, se distinguen las zonas ecológicas rítrón, transición y potamón, que son determinantes para reconocer y comprender los factores que inciden en la calidad del agua y en la distribución de la biota acuática.

El río Biobío presenta una gran diversidad biológica, la cual se refleja en el eslabón final de la cadena trófica, que corresponde a peces, constituidos por 17 especies nativas y cuatro

introducidas; además, es uno de los ríos que cuenta con mayor conocimiento de sus diversos componentes biológicos (fitoplacton, fitobentos, zoobentos y peces).

Algunas intervenciones antrópicas, a nivel de la Cuenca Hidrográfica del Biobío, que han generado riesgos para la protección y conservación del medio ambiente, son por ejemplo: deforestación de laderas; erosión y pérdida de suelo; extracción de áridos; cambios en el caudal y régimen fluvial debido a la generación hidroeléctrica y abastecimiento para riego; y las fuentes difusas y puntuales que vierten a cuerpos receptores de la cuenca (www.conama.cl, 2010).

Humedales de la Cuenca del río Biobío

La mayor superficie de territorio del Concepción Metropolitano se encuentra en la parte baja de cuenca del río Biobío. Los humedales urbanos del Concepción metropolitano (CONAMA, 2008) abarcan un área aproximada de 10.602 ha, de las cuales aproximadamente el 49,2 % corresponde al gran humedal de Concepción del río Biobío; registrando un total de 61 ecosistemas de este tipo en las diez comunas mencionadas. De la totalidad de esta superficie, cerca del 48% corresponde al gran Humedal del río Biobío.

De acuerdo a Villagrán-Mella, et al. 2006, en la intercomuna Concepción –Talcahuano -San Pedro, más del 23% del área ocupada por humedales, se ha perdido en las últimas tres décadas. A través de un estudio sobre la diversidad de insectos, los autores determinaron que los factores más importantes en explicar los cambios en las asociaciones de estos insectos, fueron la fragmentación, homogenización, eutroficación y contaminación de los humedales. En la Figuras 4 y 5, se presenta la delimitación de los humedales realizada por Villagrán-Mella et al, 2006.

Igualmente se muestran cambios significativos en el sistema Lagunar sector Lenga, entre los años 1975 a 2008 en cuanto el aumento de la expansión urbana e industrial según los análisis hasta ahora realizados por este proyecto (EULA, 2011), Según como se muestra en la figura 6.

La mayor cantidad de humedales urbanos del área de estudio realizado por la CONAMA, 2008, se encuentran en 4 comunas (Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro de la Paz) teniendo un total de 47 humedales con un 77 % del total. En cuanto a su valoración por parte de la sociedad, el Humedal Río Biobío es el que presta mayores servicios ecosistémicos o el que tiene el mayor uso, alcanzando niveles de 95,5 % de valoración, le sigue el humedal de Lenga con 68,2 %, Laguna Grande de San Pedro con 63,6 y Laguna Chica de San Pedro con 54,4 %.

Dentro de los humedales menos valorados se encuentra el humedal camino peaje Chaimávida, humedales Laguna Price, Laguna Lo Pineda, Camino a Huachipato, San Andrés, Palomares, Cosmito, Cementos Biobío, Comaco, Entrada a Lota Schwager y tranque Tomé.

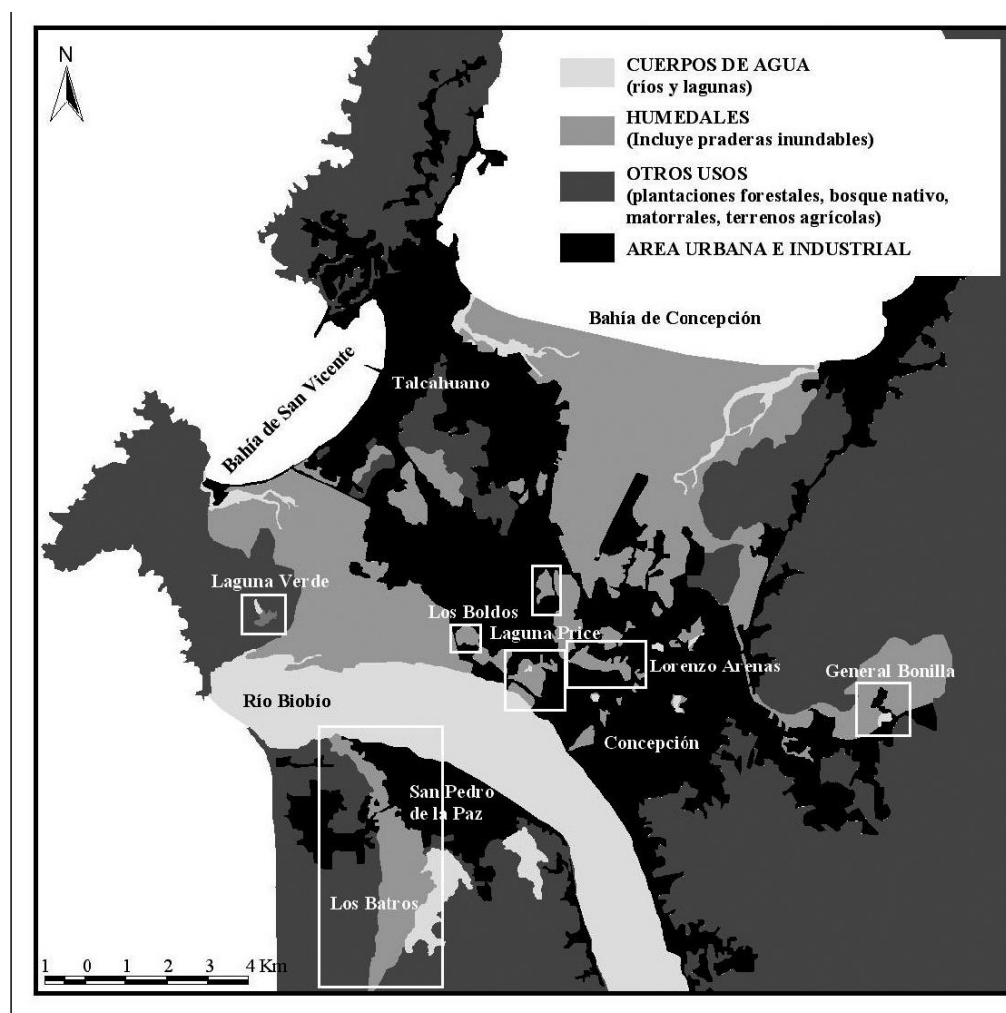


Figura 4. Humedales en la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro (tomado de Villagrán-Mella *et al.* 2006).

Dentro de los servicios prestados por estos humedales se encuentran el servicio de “Diversidad paisajística y embellecimiento escénico” es muy relevante ya que la mayoría de los humedales antes mencionados lo prestan. Algunos humedales tienen su entorno como “Zona de localización de áreas urbanas ribereñas”. El servicio menos utilizado según estudio de la CONAMA, 2008, por los humedales es “Cuerpo Receptor de Efluentes domiciliarios (descargas tratadas)” el cual es suministrado solamente por el río Biobío representando un 1,6% del total de los humedales.

Con respecto a las amenazas sufridas por estos ecosistemas podemos mencionar que el humedal más amenazado corresponde al Humedal Cerro Chepe, posteriormente le siguen los Humedales de Andalién, Tucapel Bajo-Paicaví, Boca Sur, Costado Cerro Chepe/Prat, 18 de Septiembre y La Greda. Dentro de los humedales menos amenazados son los humedales de Laguna Verde y Laguna Play y Los Coltrabos.

Por otro lado las amenazas con mayor recurrencia dentro de los 61 humedales corresponde a “Excesivo crecimiento de las áreas urbana”. Esta amenaza está estrechamente ligada a la presión que sufren estos ecosistemas por parte del sector de la construcción rellorando sus áreas para permitir el desarrollo de viviendas. Como reflejo de la expansión urbana en los humedales del gran Concepción, (Pauchard *et al.* 2006), generaron una comparación entre la cobertura de los humedales en el año 1975, con la cobertura en el año 2000 (Figura 5), donde reportan una disminución cercana al 23%.

Otra amenaza importante de considerar para los humedales es la “Contaminación bacteriológica de las aguas superficiales” la cual se encuentra presente en un 73 % de los humedales, mientras que dentro de las amenazas menos recurrentes se encuentra la “Contaminación de aguas superficiales por riles” la que corresponde un 11,5 % de total de humedales. No obstante, algunos humedales de la intercomuna presentaron una importante descarga de residuos orgánicos, provenientes de plantas pesqueras, durante la década de 1980 (sector Canal El Morro – Rocuant).

Otros humedales de importancia en cuanto a superficie lo representa el humedal de Rocuant-Andalién, el humedal de Lengua y el Sector de La Laguna Play y Los Coltrabos de la Isla Santa María %.

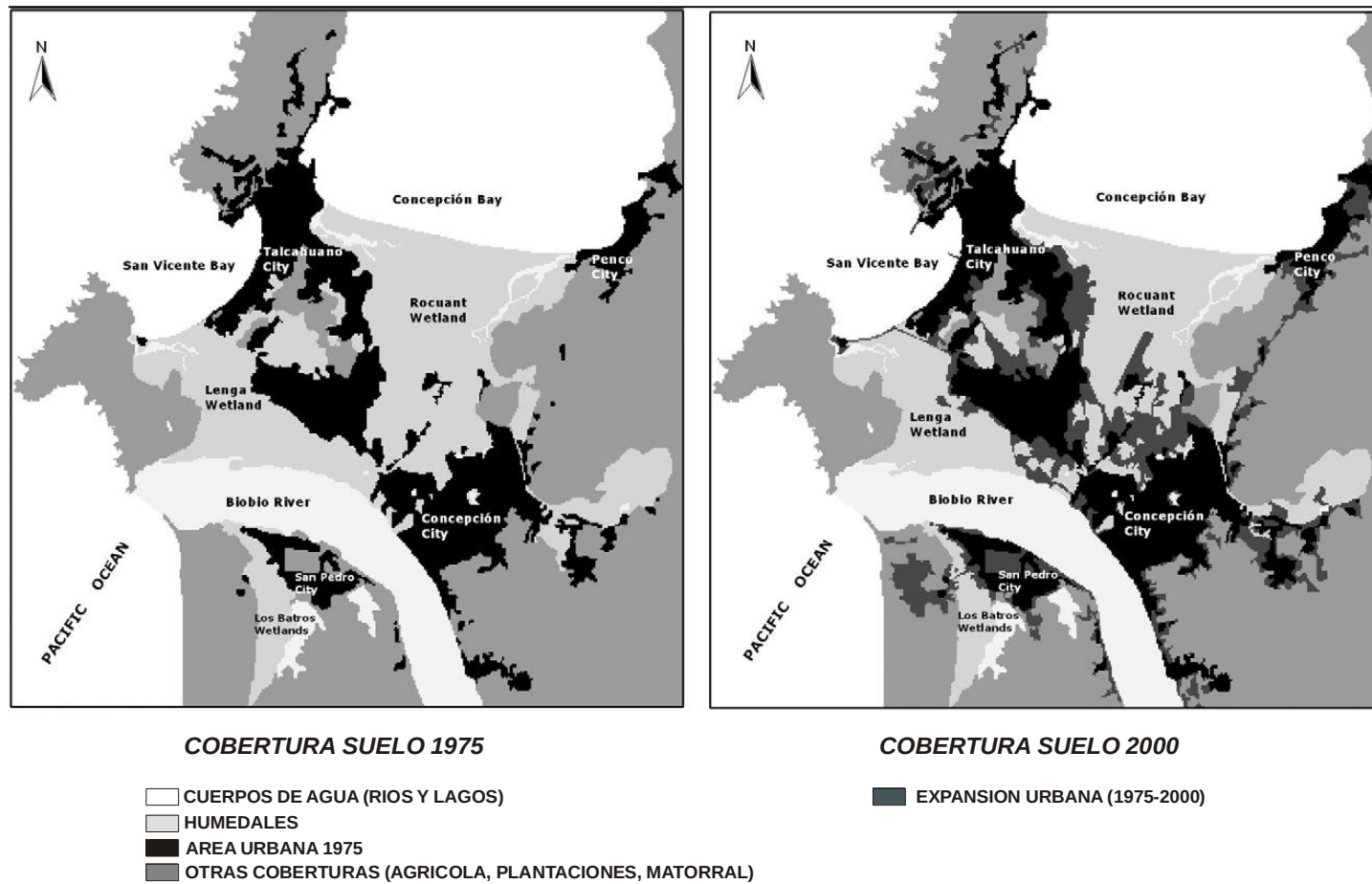


Figura 5. Cambio en la cobertura de los humedales del área de Concepción entre los años 1975 y 2000 (modificado de Pauchard et al., 2006).

Anexo 1: Humedales de la Región del Biobío, 2011

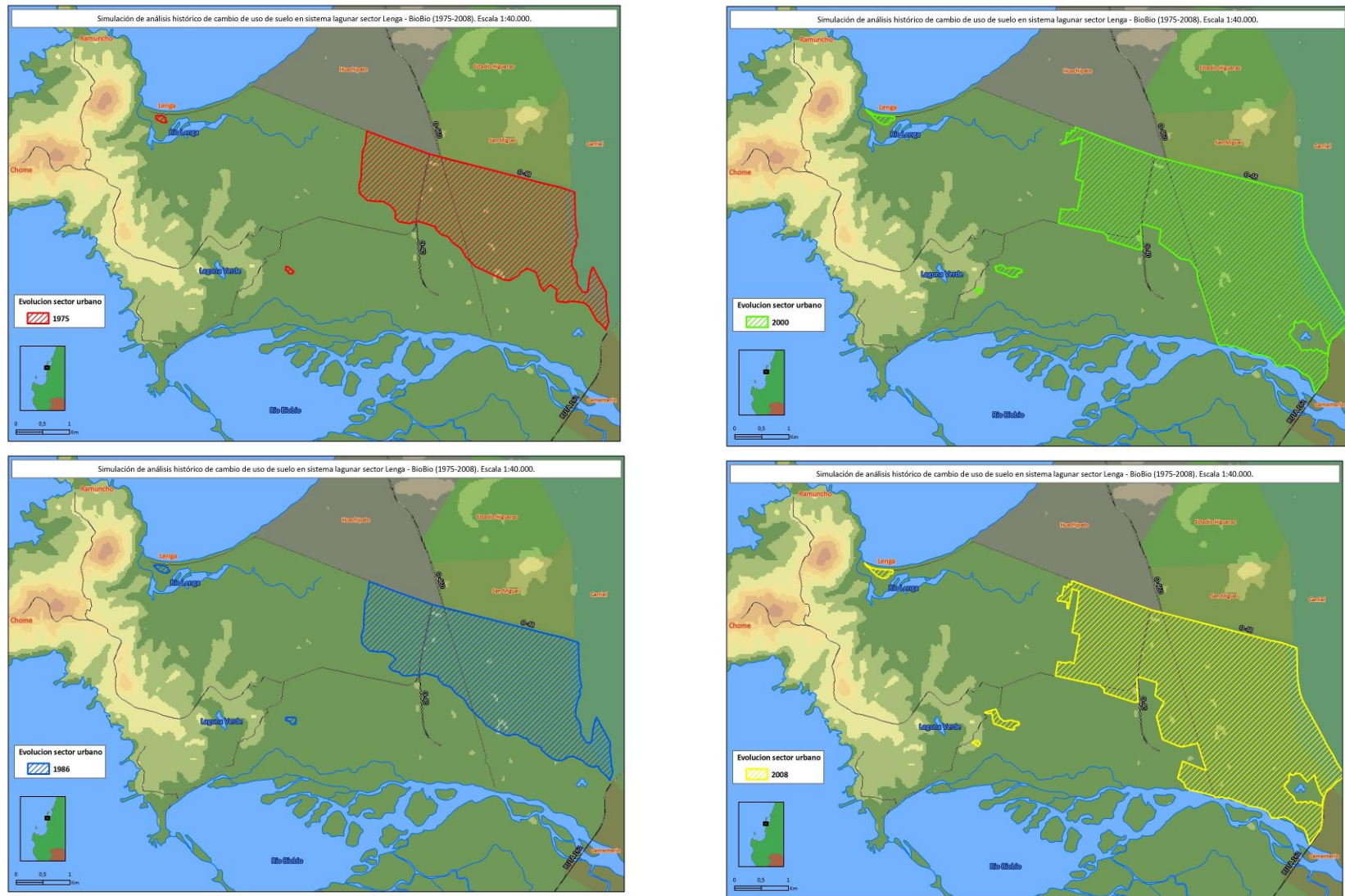


Figura 6. Simulación de análisis histórico de cambio de uso del suelo en el sistema Lenga – Biobío (1975–2008), Escala 1: 40.000.

Tabla 5. Principales Tipos de Humedales Identificados en el Gran Concepción perteneciente a la Cuenca del Río Biobío

SUPERFICIE (Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	PROVINCIA	DETALLE LOCALIZACIÓN
1.776,6	Estuario intermareal tipo marisma y humedal ribereño permanente	Costero	Intrusión salina	Talcahuano, Concepción y Penco	Concepción	Carretera Interportuaria Penco-Thno.
909,0	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusión salina	Hualpén	Concepción	Caleta Lenga
22,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	Concepción	Costado Costanera Río Biobío después de Pte.Juan Pablo II
5,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Costado Alonso de Rivera frente de Santa Sabina
4,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Costado Av. 21 de Mayo, Lorenzo Arenas
0,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Costado Calle Lientur altura de Juan de Dios Rivera
42,2	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Desde Av. Jorge Alessandri hasta Tucapel Bajo
4,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Costado oriente Av. Alonso de Rivera a 300 m de Lientur
31,2	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Ruta 148 Concep.- Cabrero Km 3,8 desde peaje Chaimávida
8,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Av. Paicaví altura de Manuel Rodríguez
162,5	Palustre Ribereño	Costero	Intrusión salina	Coronel	Concepción	Desembocadura Estero Maule hasta Av. Juan Antonio Ríos
134,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	Concepción	by pass Coronel- Lota Altura de Cantarrana
88,5	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	Concepción	Costado Cancha Golf Club de Campo La Posada
29,9	Lacustre	Continental	Escorrentía	Coronel	Concepción	1 Km desde By Pass bordeando Cerro por ruta forestal O 830
24,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	1,5 Km al Sur este de Lomas Coloradas

Anexo 1: Humedales de la Región del Biobío, 2011

SUPERFICIE (Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	PROVINCIA	DETALLE LOCALIZACIÓN
68,4	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	Estero Los Batros desde Laguna Grande hasta Puente Los Batros ruta 160
23,7	Palustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	Desde Pte Los Batros r 160 hasta desembocadura de estero en Boca Sur
82,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	Av. Constanera San Pedro Viejo
169,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	Av. Las Encinas hasta Los Sauces Villa San Pedro
3,5	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusión salina	Lota	Concepción	Desde fin calle Balmaceda hasta Desembocadura de estero en Marihueño con Balmaceda
4,1	Estuario intermareal tipo marisma	Costero	Intrusión salina	Lota	Concepción	Desembocadura Estero Chivilingo
42,1	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	Concepción	Desde Costado Camino Lenga hasta interior de Huachipato
23,7	Lacustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Av. Gran Bretaña desde Av. Ramuntcho hasta Av. Rocoto
2,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Hualpén	Concepción	Postdam Esq Pilpilco
5,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Costado Av. Ramón Carrasco Parque central
2,8	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Av. General Bonilla Km 3,2
6,6	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Los Lirios, hasta camino Nonguén bordeando estero
3,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Costado Rotonda Puente Perales
2,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	costado cerro Parque Sendero, Sector Cosmito camino a Penco
1,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Costado General Bonilla Km 2 desde Collao hasta Andalién
310,0	Palustre Ribereño	Continental	Escorrentía	Hualpén	Concepción	Sector desembocadura Norte Río Biobío

Anexo 1: Humedales de la Región del Biobío, 2011

SUPERFICIE (Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	PROVINCIA	DETALLE LOCALIZACIÓN
4,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Frente Rotonda Huachipato, detrás de Inchalam
45,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Frente a empresa Comaco
2,8	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	Concepción	Laguna Macera, Pob. Diego Portales
3,4	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	Concepción	Entrada Isla Rocuant
14,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	Concepción	Santuario Hualpén
2,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Camino Penco Km 4 desde Rotonda Bonilla
0,9	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Orilla Cerro Chepe Costado Andrés Lamas
4,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Calle Río Mapocho, calle Lago Ranco Huachicop
1,0	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	Costado Calle Santa Claudia, frente pasaje San Lucas
51,1	Palustre	Continental	Infiltración A	Lota	Concepción	Noroeste a la entrada Lota. Frente fin Playa Blanca
57,0	Palustre	Continental	Infiltración A	San Pedro de la Paz	Concepción	Entre san Pedro y Coronel
1,7	Lacustre	Continental	Escorrentía	San Pedro de la Paz	Concepción	Pob. Portal de San Pedro
11,5	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Costado Prat, hacia el sur de Lag. Redonda
2,3	Palustre	Continental	Infiltración A	Tomé	Concepción	Tomé alto, Camino Cocholgue por C. Werner
6,8	Palustre	Continental	Infiltración A	Concepción	Concepción	Av. General Bonilla Km 4 dese rotonda
760,1	Lacustre	Costero	Intrusión salina	Coronel	Concepción	Isla Santa María
1,4	Palustre	Continental	Infiltración A	Coronel	Concepción	Costado Av. Arenas Blancas detrás de Estadio Federico Schwager
13,0	Lacustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	Concepción	Camino Industrias, frente Sitrans
5,0	Estuario	Costero	Intrusión salina	Talcahuano	Concepción	Entrada Isla Rocuant
93,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	Concepción	Detrás de Diario El Sur
5,9	Palustre	Continental	Escorrentía	Hualpén	Concepción	Costado Av. Arteaga Alemparte

Anexo 1: Humedales de la Región del Biobío, 2011

SUPERFICIE (Ha)	TIPO 1	ECOTIPO	CLASE	COMUNA	PROVINCIA	DETALLE LOCALIZACIÓN
78,2	Palustre	Continental	Escorrentía	Talcahuano	Concepción	Desde Carriel Norte hasta autopista
1,8	Ribereño	Continental	Escorrentía	Tome	Concepción	Camino Collen a Rafael
5,5	Ribereño	Continental	Escorrentía	Talcahuano	Concepción	Costado Av. Claudio Gay
5.217,7	Ribereño	Continental	Escorrentía		Concepción	Desde Hualqui hasta Desembocadura
166,3	Ribereño	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Desde frente a palmares hasta H. Rocuant-Andalien
1,4	Lacustre	Continental	Escorrentía	Tome	Concepción	800 m al sur estero Collén, sector cerro
10,1	Lacustre	Continental	Infiltración A	Penco	Concepción	Final Población La Greda Camino a Penco
33,7	Palustre	Continental	Infiltración A	Talcahuano	Concepción	a través de Camino Carriel Norte Por Jaime Repullo
0,3	Lacustre	Continental	Escorrentía	Concepción	Concepción	Barrio Universitario, Universidad de Concepción.
6.473,6	TOTAL					

Fuente: CONAMA, 2008.

2.1.2. Cuenca del Río Itata

La cuenca hidrográfica del río Itata tiene una superficie de 11.500 km² y es drenada por los ríos Cholguán, Ñuble, Chillán, Diguillín, Cato, Lonquén e Itata. La precipitación media anual alcanza los 1550 mm. El cauce principal del río Itata (desde inicio del río Cholguán), posee una longitud de 195 km y sus principales afluentes nacen en la cordillera y precordillera de los Andes, adquiriendo sus aportes de los deshielos de nieves y glaciares, así como de las precipitaciones. El Itata alcanza un caudal medio anual de aproximadamente 120m³/s en su cuenca media-baja (Nueva Aldea). Mientras en la desembocadura presenta un caudal medio en torno a los 240 m³/s debido al aporte de su afluente principal el río Ñuble. En primavera, verano y parte del otoño, hay importantes extracciones de caudal para riego. Con aguas del Itata, se riegan en total mas de 100.000 has de suelos agrícolas contando con aproximadamente 90 embalses menores y tres mayores. El principal afluente del Itata es el río Ñuble, cuya hoya es de 5000 km². Nace al pie del paso de Buraleo, al oriente de los Nevados de Chillán, tras un recorrido de 155 km el Ñuble se junta en el borde oriental de la cordillera de la Costa al Itata en el punto llamado Confluencia.

La precipitación media anual en la cuenca del Itata es de 1550 mm. La estación meteorológica Chillán registra una temperatura promedio anual de 14,1°C, con una mínima de 7,6°C y una máxima de 20,6 °C.

2.1.3. Interfluvio Maule – Itata (Fernández Hans N. et al, 1984)

Las principales hoyas costeras que aquí se desarrollan son las de los ríos Reloca, Chanco y Cobquecura, aunque son de muy distintas dimensiones. De ellas la del Reloca es la más importante, con una superficie de 585 km². En la región del Biobío sólo aparece como Cuenca costera Maule en el límite Norte de la región, con una superficie de 51,81 Km².

2.1.4. Interfluvio Itata – Biobío (Fernandez Hans N. et al, 1984)

El río de mayor importancia es el Andalién, que tiene su desembocadura inmediatamente al Norte de la del Biobío, pero en otra rada. Al norte del Andalién se desarrollan pequeñas hoyas de los ríos Rafael y Lirquén con 282 km² y 20 km², respectivamente.

El río Andalién nace de la unión de los esteros Poñén, que viene de la línea de displuvio del norte, y Curapalihue, que viene del sur. Su hoya cubre 780 Km² y su curso 36 km, de longitud. Describe innumerables vueltas entre las cerrilladas de la cordillera costera, la última de las cuales es un arco abierto al sur que bordea la ciudad de Concepción, donde en plena llanura aluvial suele dividirse en dos o mas brazos antes de vaciarse en un gran ensanchamiento de la costa sur de la bahía de Concepción; su gasto es muy variable y sensible a las lluvias que caen en la cordillera de la Costa. El módulo de este río es de 10 m³/s.

Cuenca del Río Andalién (Valdovinos, C. 2006):

El río Andalién es el de mayor importancia en el interfluvio Itata Biobío. Tiene su desembocadura al norte de la del río Biobío, entre las comunas de Concepción y Penco. El río Andalién posee un marcado régimen fluvial, con los mayores caudales en meses de invierno, producto de importantes lluvias invernales que ocurren en la cuenca. Los caudales medios invernales son de 10.448m³/s en el mes de agosto y los caudales medios estivales de 0,614 m³/s en el mes de febrero. La cuenca presenta 80.005 has con un importante grado de deterioro producto de diversas actividades antrópicas. Los usos del suelo de mayor relevancia son las plantaciones forestales 36.868 has (46%), el bosque nativo y bosque mixto 9470 has (11.8%), terrenos agrícolas y agricultura de hierro (1.659 has 2%), áreas urbanas e industriales 1.341 has (2%) y praderas 294 has (0.4%). Las áreas sin vegetación y fuertemente erosionadas cubren 49 has (0.1%). Los principales usos del agua en la cuenca son el abastecimiento de agua potable de la comuna de Penco (72,75lt/s), cuerpo receptor de aguas servidas sin tratamiento de la ciudad de Florida y riego (sistema de riego mecánico de 170 has aproximadamente) ubicadas al sur de Coelemu.

Dentro de los antecedentes más importantes que se tiene de la biota de este humedal, se encuentran los estudios de la fauna íctica. El estudio de Ruíz, V.H, 1993), reporta la existencia de 27 especies de peces entre nativos e introducidos. La mayor parte de los peces, corresponde a especies nativos (19): *Austromeniia laticlavia*, *Basilichthys australis*, *Cauque mauleanum*, *Eleginops maclovinus*, *Mugil cephalus*, *Brevoortia maculata*, *Galaxias maculatus*, *Brachygalaxias bullocki*, *Percichthys trucha*, *Percichthys melanops*, *Percilia gillissi*, *Percilia irwini*, *Geotria australis*, *Mordacia lapicida*, *Trichomycterus areolatus*, *Trichomycterus chiltoni*, *Bullockia maldonadoi*, *Nematogenys inermis* y *Cheirodon galusdae*. Dentro de los introducidos se encuentran: *Salmo trutta*, *Oncorhynchus mykiss* y *Gambusia affinis*. También se destaca la presencia de peces ocasionales, de hábitat marino como *Strangomera bentincki*, *Aphos porosus*, *Cilus montti* y *Paralichthys adspersus*. Uno de los aspectos a destacar por el investigador, es la significancia que tiene la zona estuarial del río Andalién como área de desove de varias especies de peces y para el desarrollo larval de especies con interés económico, por lo cual indica la importancia de evitar la contaminación de las aguas del río.

2.1.5. Interfluvio Biobío – Imperial (Fernandez Hans N. et al, 1984)

Los ríos costeros de este interfluvio registran mayor caudal porque tienen sus cabeceras en zonas mas altas de la cordillera de Nahuelbuta y algunos de ellos intercalan lagos que los regulan. Alcanzan considerable desarrollo debido a que la planicie litoral que surcan es también más amplia. Para el caso de la región del Biobío las áreas de drenaje costeras entre el límite de la región Biobío y el Río Imperial presentan una superficie de 15,50 km². El régimen del Río Imperial es pluvial con crecidas de invierno y su gasto medio anual se estima en 240 m³/s.

Al sur del Biobío se desarrollan una serie de cuencas que bañan las llanuras de la provincia de Arauco y tienen sus cabeceras, en la vertiente occidental de la cordillera de Nahuelbuta. Los más importantes son los ríos Carampangue, Lebú, Lleulleu, Quídico y Tirúa.

- **Cuenca del Río Carampangue**

Fue llamado Raghco durante los primeros años de la conquista, se forma en la falda occidental de la cordillera de Nahuelbuta, de la confluencia del estero Nahue y del río Rejillas y termina en una laguna litoral cerca de la población de Arauco en el golfo del mismo nombre. La longitud total del río, considerada la del Nahue, asciende a 70 Km y su hoya hidrográfica alcanza a 1.237 km².

En su curso superior recoge por su ribera derecha el drenaje de la cordillera de Nahuelbuta, canalizado por el río Cifuentes, estero Necesidades y los ríos Cabrera, Conumo, Nahuelán, Colorado y el estero Albarrada. Forma en su desembocadura una barra que da paso a embarcaciones menores a través de un canal.

El gasto medio estimado del Carampangue es de 15 m³/s, en verano y el gasto medio anual bordea los 45m³/s.

- **Cuenca del Río Lebú**

Al sur de la hoya del río Carampangue se emplaza el río Lebu con un recorrido de 35 km y una hoya de 813 km², se forma de la reunión de los ríos Curanilahue y Pilpilco. Toma rumbo general al WSW, aunque describe una serie de vueltas que lo hacen cambiar constantemente de rumbo, ora al NW, ora al S.

El río Curanilahue se origina de la junta de los ríos Negro y Descabezado, ambos con cabeceras emplazadas en la falda occidental de la cordillera de Nahuelbuta. En su curso superior y a su lado izquierdo se sitúa Curanilahue, a 45 km de su origen, donde se le junta por su ribera derecha el río Ranas.

El río Pilpilco, nace al NW del nudo orográfico Piedra del Águila y tiene un recorrido aproximado de 35 km antes de su junta con el Curanilahue.

- **Cuenca del Río Paicaví**

Con un área de 1.133 km², es una de las cuencas más importantes por su tamaño y volumen de Arauco. Nace de la reunión del río Peleco, que es el que drena toda la porción norte de la cuenca, y el estero Puyehue, que desagua el Lago Lanalhue y la pequeña laguna Puyehue. El río Paicaví es de breve recorrido, de no más de 10,5 Km. de longitud. En su curso medio recibe, por su izquierda el estero Los Batros que incorpora en su recorrido a la laguna menor de ese nombre; aguas abajo afluye a su ribera derecha el estero Las Islas, emisario de la Laguna Trancalco.

El río Paicaví es de aguas tranquilas y poco profundas, en el verano se seca en la boca y es sensible a los cambios de mareas, aunque siempre en el interior es navegable por embarcaciones menores.

El lago Lanalhue es de forma alargada en una dirección general NW-SE; la profundidad máxima alcanza 16 m y su alimentación principal la recibe en sus riberas nororiental, oriental y suroccidental a través de los esteros Tromen, Ranquilmo y Bandurrias, respectivamente.

La mayor alimentación le llega al río Paicaví desde el Norte a través de una frondosa red que drena toda el área Norte y Noroeste de la cuenca. El estero Neicura nace en la línea divisoria de agua con la cuenca del Río Lebú; hacia el sur se junta con el Río Caramávida que proviene del E para formar el río Tucapel, este último próximo a Cañete.

Tres afluentes de la cuenca del Río Paicaví tienen estadística de gastos medios mensuales prolongados. El río Caramávida en Caramávida tiene un gasto medio anual de 7,34 m³/s; El Tucapel en Cañete de 12,7 m³/s, y el Cayucupil en la estación Cayucupil, alrededor de 10 m³/s.

- **Cuenca del río Lleulleu**

Esta cuenca incluye el Lago Lleulleu, de 670 km², el río nace del extremo noroccidental del Lago Lleulleu de 43 km² de extensión.

El sector Nororiental de la cuenca es drenado por el río Huillinco que se origina de una red dendrítica de escaso caudal y se vacía en el seno noreste del lago. El área suroriental de la cuenca es drenada por el río Mahuilque y se vacía en el brazo de este lago. Por su extremo sur el lago Lleulleu recibe el estero Medihueco. Todos estos ríos o esteros son de escaso caudal, salvo en invierno, en que crecen considerablemente.

Tanto el Lago Lanalhue como el Lago Lleulleu son frecuentados con fines turísticos dada su belleza paisajística.

2.2. Caracterización de Algunos Humedales Localizados en el Gran Concepción en la Cuenca del Río Biobío

2.2.1. Humedal Los Batros (EULA, 2006)

Cuenca del Estero Los Batros

El Estero Los Batros corresponde a una subcuenca del río Biobío la cual está ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa entre las coordenadas 36°49' y 36°55' de Latitud Sur

y los 73°4' y 73°9' de Longitud Oeste. El origen de la cuenca del estero Los Batros está constituido por dos pequeñas cuencas que drenan hacia las Lagunas Chica y Grande de San Pedro, lo cual constituye el comienzo de la Cordillera de Nahuelbuta.

El rango de elevación en la cuenca del estero Los Batros abarca desde aproximadamente el nivel medio del mar hasta los 350 m.s.n.m. La cabecera de la cuenca está caracterizada por quebradas y pequeños cauces, los cuales presentan fuertes pendientes locales. Estos cauces confluyen hacia dos cuerpos lacustres correspondientes a las Lagunas Chica y Grandes de San Pedro. Ambos sistemas se encuentran interconectados a través de un canal entubado.

El humedal Los Batros corresponde al sistema formado por el estero Los Batros más el área de inundación asociada, a través del cual desagua Laguna Grande de San Pedro. El estero Los Batros cruza de sur a norte terrenos bajos que forman vegas y pajonales, los cuales cubren una longitud de 4 km, entre Laguna Grande y el río Biobío (ver Figura 7).

Presenta una vegetación de pastizales inundables por agua dulce, dominados por cyperáceas (*Scirpus*, *Carex*, *Cyperus*) y juncáceas (*Juncus* sp.), a los que se agregan otras especies (*Lotus*, *Polygonum*, *Cortaderia*). La fauna incluye aves acuáticas (garzas, taguas, patos silvestres), insectívoras asociadas a humedales (churrete, trile, diucón, run-run, sietecolores, golondrina) y depredadores (nuco, jote). También es posible registrar algunos anfibios y mamíferos (coipos).

Esta área adquiere importancia como zona de amortiguación de los flujos provenientes de Laguna Grande de San Pedro, siendo reconocida como “área de protección ecológica”. Adquiere un carácter singular dado por su vegetación de vegas, dentro de un paisaje de pastizales y áreas urbanas. Tiene un potencial importante como refugio de aves acuáticas y para la educación ambiental.

En el caso de los dos sistemas lacustres, los patrones de drenaje y el régimen hidrológico han sido fuertemente modificados en los últimos 50 años, debido a cambios en el uso de suelo producto del reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales y el fuerte crecimiento urbano que ha experimentado la comuna de San Pedro de la Paz.

El desarrollo del estero los Batros como tal, comienza en el desagüe de la Laguna Grande y recorre aproximadamente 4,3 km antes de desembocar en el río Biobío. En esta zona el terreno presenta pendientes muy bajas, con un promedio en el fondo del lecho del orden de 0,6 ‰. Además de los aportes de caudal de los sistemas lacustres, el estero recibe los drenajes de diferentes terrenos y subsistemas, tales como el Chorrillo Lagunillas (o Lomas Coloradas) por el sur, y por el norte las descargas de aguas lluvias de colectores de la Villa San Pedro, Bayona y el propio San Pedro del Valle, entre otros.

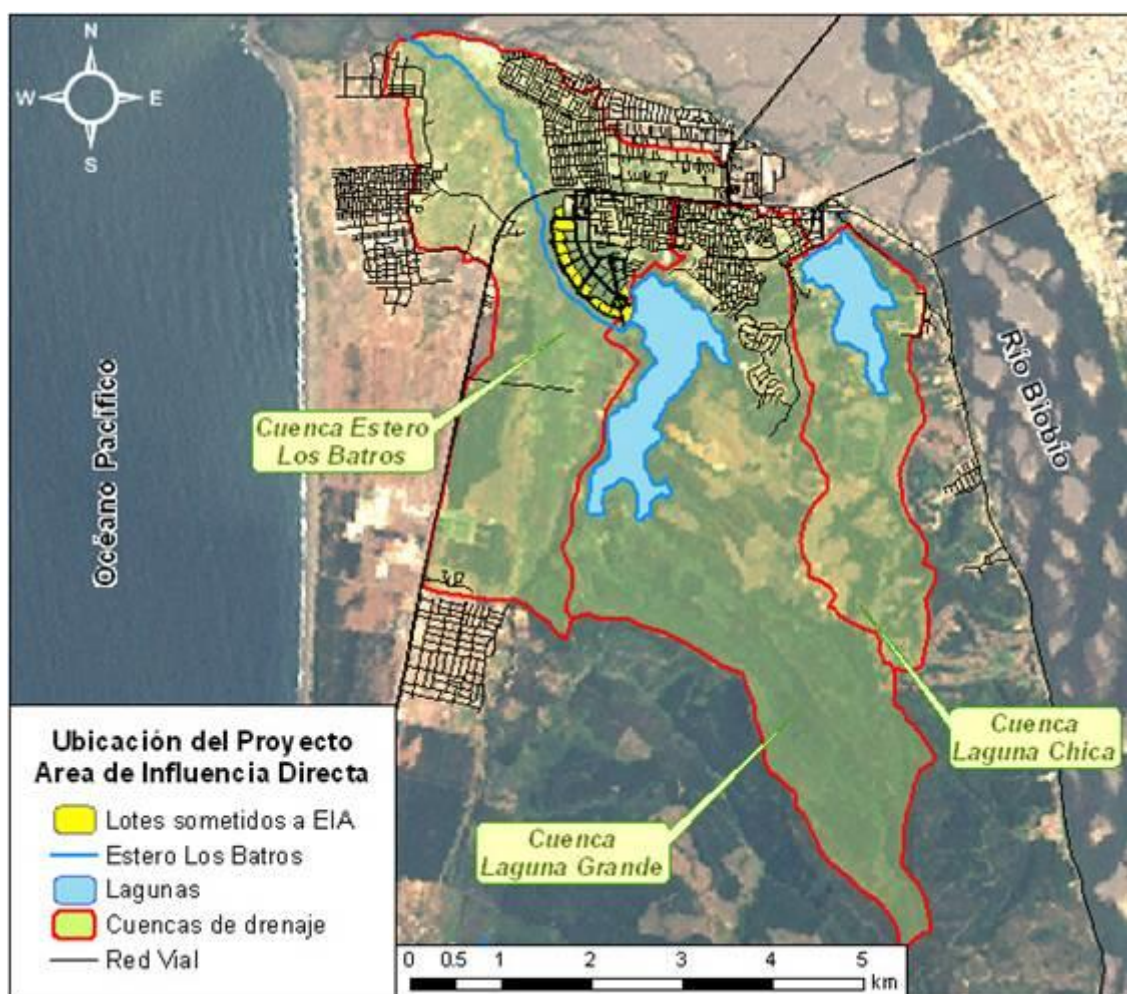


Figura 7: Localización del humedal Los Batros y su área de influencia (Fuente: EULA, 2006).

Además de la baja pendiente, el estero se encuentra con una obstrucción a su circulación al pasar bajo los puentes de la Ruta 160 (viales y ferroviarios), lo que sumado al tipo de vegetación presente en la llanura de inundación, hacen que las velocidades de escurrimiento en el cauce sean muy bajas, lo cual le entrega características de humedal y permite el desarrollo y mantención de distintas especies de flora y fauna. Tras cruzar esta zona, el estero Los Batros, desemboca en el río Biobío, aproximadamente a 1,75 km antes de la descarga del río al mar.

Por otro parte, la cota de fondo del estero en su punto de descarga al río Biobío (0,07 m.s.n.m.), indica que cualquiera sea la altura del río Biobío en ese punto, el estero tendrá una condición de descarga ahogada, vale decir, existirá un peralte del eje hidráulico del estero, de forma de permitir la descarga. Esto significa que normalmente el estero anega sus terrazas y planicies de inundación, variando la extensión de estas en función de la altura alcanzada por el río Biobío en el punto de confluencia.

Por último, se debe considerar el efecto obstructor que tienen los puentes viales y de ferrocarriles sobre el normal escurrimiento del estero, presentando la sección transversal un ancho promedio de 9,4 m. Esto, sumado a la ocurrencia de una crecida con un aumento en la cota del río Biobío, significa que el cauce del estero sea represado hacia aguas arriba de la obstrucción.

Algunos antecedentes sobre la calidad de agua del estero los Batros, indican que posee aguas de buena calidad, con características muy similares a las aguas provenientes de la Laguna Grande. Se observan bajos niveles de coliformes fecales y totales, aumentando levemente hacia el sector ubicado en el puente estero los Batros (ruta 160).

Lagunas de San Pedro

La comuna de San Pedro se caracteriza por la presencia de dos importantes ecosistemas lacustres, como son Laguna Grande y Laguna Chica de San Pedro. Estos cuerpos de agua son de gran importancia para la comuna, debido a su alto valor ecológico, turístico, recreacional y económico. Un cuerpo de agua más pequeño de la comuna, pero que comparte con la comuna de Coronel, es la Laguna la Posada.

Las lagunas Grande y Chica de San Pedro, se originaron por el represamiento frontal de pequeños valles con las arenas negras del río Biobío y se caracterizan por presentar un régimen hídrico netamente pluvial. Estos lagos se hayan interconectados, y se alimentan por escurrimiento de las aguas provenientes de las hoyas hidrográficas de la cordillera de Nahuelbuta. La superficie que ocupan alcanza a unos 2.429 km².

Laguna Chica de San Pedro

Se ubica en la parte noroccidental de la cordillera de Nahuelbuta, al sur del río Biobío y a unos 4 km de la ciudad de Concepción. El cuerpo de agua tiene una profundidad máxima de 18 m y drena una superficie de 4,5 km². Su longitud máxima es de 1,9 km, con un área de 0,82 km² y un volumen 0,0086 km³. El Desarrollo de Línea de Costa es 1,8, indicando un contorno regular, sin grandes deformaciones. El cuerpo lacustre está compuesto por una sola cubeta, con fuertes pendientes en las riberas Oeste y Este del sector Sur, mientras que en el sector Norte la pendiente disminuye suavemente en forma gradual. El fondo está conformado por una planicie que ocupa la mayor extensión en superficie, presentando la mayor profundidad en la parte Oeste del sector central.

Presenta un desagüe temporal hacia la laguna Grande, que sólo funciona en invierno. Su cuenca está ocupada, principalmente, por plantaciones forestales de pino y eucaliptus, con remanentes de matorral nativo. Los márgenes del lago están ocupados por balnearios, clubes privados y residencias particulares, cuyas instalaciones han modificado la línea de costa, debido a la construcción de muelles y muros de contención. La zona litoral presenta una invasión con la macrófita acuática *Egeria densa*, lo que dificulta las diferentes actividades recreativas que se desarrollan en el cuerpo de agua.

Laguna Grande de San Pedro

Muy próxima a Laguna Chica, presenta una batimetría simple, con una sola gran cubeta de fondo plano, fuertes pendientes en los sectores Este, Sur y Oeste y suave en el sector Norte. El espejo de agua tiene una superficie de 1,55 km² y se encuentra a 4 m.s.n.m., elevándose en casi un metro durante los meses de invierno. La profundidad máxima es de 13 m en la parte media y el volumen de 0,013 km³.

En la parte oriental se encuentra rodeada por un cordón montañoso que alcanza una altura aproximada de 350 m y en el lado occidental se ubica una extensa llanura, donde está situada la Villa San Pedro. La totalidad de la hoya hidrográfica se desarrolla en la falda occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, con una superficie de 1.250 há y el sistema evacua sus aguas al río Biobío a través del estero Los Batros.

Al igual que en Laguna Chica, la zona litoral presenta una invasión con la macrófita acuática *Egeria densa*, que en este caso constituye un problema mayor dada la menor profundidad media del lago y su avanzado estado de eutrofización.

Antecedentes bióticos del complejo humedal Los Batros-Lagunas de San Pedro**Flora y uso del suelo**

En el Humedal Los Batros y su área de influencia se han identificado las siguientes coberturas vegetales:

Totorales cerrados: Ubicados adyacente al estero Los batros, en aquellos sectores que permanecen inundados todo el año, con profundidades que pueden llegar hasta 1,5 m. Son amplias zonas homogéneas, densamente cubiertas por macrófitas acuáticas emergentes, que superan los 2 m. de altura, tales como la totora (*Scirpus californicus*), el carrizo (*Phragmites australis*) y el vatro (*Typha domingensis*).

Juncales abiertos: Corresponden a sectores dominados por juncos que se presentan formando parches densos, pero dispersos entre sí. Se disponen en los terrenos más bajos de las vegas, los cuales se inundan estacionalmente. En época lluviosa se forman, entre estos parches, pozas temporales de profundidad menor a 1 m. La flora está formada principalmente por junco (*Juncus procerus*), cortadera (*Cyperus eragrostis*), junquillo (*Juncus imbricatus*) y vatro (*Typha domingensis*). Además, en sectores húmedos e inundados, es posible observar pasto de la rana (*Ludwigia peploides*), quilmén (*Eleocharis palustris*), huiro (*Potamogeton linguatus*), flor del pato (*Azolla filiculoides*), tangué (*Hydrocolite ranunculoides*), duraznillo (*Polygonum lapathifolium*, *Polygonum hydropiperoides*) y huenchecó (*Callitriche terrestris*). En época estival, cuando los terrenos se han secado, aparecen diversas especies de Gramíneas.

Pastizales inundables: Son sectores de praderas naturales que se asientan sobre suelos de vega, sometidos a anegamientos e inundaciones temporales, pudiendo quedar completamente bajo el agua en época invernal. Se caracterizan por una cubierta herbácea densa y ausencia de árboles. La composición florística es variada, disponiéndose en forma natural según el régimen de inundación de los terrenos. En los terrenos más húmedos destacan el duraznillo (*Polygonum lapathifolium*), romaza (*Rumex pulcher*), junquillo (*Juncus imbricatus*), vinagrillo (*Rumex acetocella*) y margarita mayor (*Leucanthemum vulgare*). En sectores más secos, aparecen malezas, tales como siete venas (*Plantago lanceolata*), botón de oro (*Ranunculus sp.*), siete venas gigante (*Plantago major*), diente de león (*Taraxacum officinale*), hierba del chancho (*Hypochoeris radicata*), correhuela (*Convolvus arvensis*), trébol (*Trifolium sp.*), pasto de mallín (*Poa sp.*), pastizal de la perdiz (*Briza minor*), pasto delgado (*Vulpia sp.*), pasto quila (*Agrostis sp.*), relojito (*Erodium sp.*), achicoria (*Cichorium intybus*), cardo (*Cirsium vulgare*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Bosque y matorral: Se presenta a la forma de fragmentos que se distribuye principalmente en el sector denominado “La puntilla”. Esta áreas es ocupada por diferentes tipos estructurales que se componen por dos o más estratos; en que las especies más frecuentes en el estrato arbóreo son olivillo (*Aextoxicon punctatum*), litre (*Litreaea caustica*) y boldo (*Peumus boldo*). También, se incluyen las formaciones arborescentes de mirtáceas.

Las plantaciones forestales incluyen las plantaciones de coníferas (*Pinus sp.*, *Pseudotsuga sp.*, *Cupressus sp.*) y eucaliptos (*Eucalyptus sp.*), que se encuentran también en el área

La cobertura vegetal más importante, en términos de superficie, corresponde a Juncales abiertos que cubren el 53% de la superficie total; luego le sigue Totoral cerrado con el 22%. El bosque y matorral cubre el 15% y los Pastizales inundables cubren el 10% del área de influencia directa del proyecto.

Bosquete hidrófilo: Destacan pequeños bosquetes de mirtáceas formados principalmente por pitra (*Myrceugenia exsucca*), temu (*Blepharocalyx cruckshankii*), arrayán (*Luma apiculata*) y rarán (*Myrceugenia obtusa*), ubicados en sectores que permanecen inundados todo el año. Se caracterizan por presentar un dosel cerrado, lo que junto al anegamiento prolongado, limita la formación de un sotobosque. En los bordes del bosquete hidrófilo se puede observar el helecho costilla de vaca (*Blechnum chilense*), además de macrófitas acuáticas emergentes.

Cultivos agrícolas: Son grandes áreas del humedal (vegas) destinados al cultivo intensivo de hortalizas durante los meses de primavera y verano. Dependiendo del uso del suelo, la cubierta vegetal varía a lo largo del año, es así como en época no cultivable se forman en ellos praderas naturales cuyos pastos sirven de alimento al ganado. En general, estos terrenos se caracterizan por presentar una alta intervención antrópica, parte de los cuales tienen además un uso residencial de baja densidad (parceleros).

La cobertura vegetal más importante, en términos de superficie del humedal Los Batros, corresponde a cultivos que cubren el 42% de la superficie total; luego le siguen junciales abiertos con el 23%. Los pastizales inundables cubren el 20% y el totoral cerrado cubre el 14% del área de influencia indirecta del proyecto.

La superficie de Bosque, matorral y bosque hidrófilo cubre un 10% del área del humedal Los Batros.

Fauna Terrestre

Anfibios y reptiles

Asociados, tanto al cuerpo de agua, como a los sectores húmedos de vegas, pantanos y humedales, se observan diferentes especies de anfibios, tales como la rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) especie catalogada en Peligro de extinción en la VIII región, el sapo de cuatro ojos (*Pleuroderma thaul*) especie catalogada Inadecuadamente conocida a nivel nacional y el sapo café (*Batrachyla taeniata*) especie catalogada en estado vulnerable en la VIII región (Fuente: Libro rojo de los vertebrados terrestre de Chile. Segunda edición. 1993; CONAF).

Los reptiles ocupan los sectores soleados y secos de las laderas, mesetas y planicies que rodean la laguna. Entre estos se observan la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) especie catalogada en estado Vulnerable a nivel nacional y la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*) especie catalogada en estado Vulnerable a nivel nacional y VIII región, además de algunos lagartos como la lagartija café (*Liolaemus lemniscatus*) especie catalogada en estado Vulnerable a nivel nacional, el lagarto llorón (*Liolaemus chilensis*) especie catalogada en estado Vulnerable a nivel nacional y la lagartija de colores (*Liolaemus tenuis*) (Fuente: Libro rojo de los vertebrados terrestre de Chile. Segunda edición. 1993; CONAF).

Avifauna

Las aves son el grupo más abundante y mejor representado en el humedal, incluyendo tanto especies terrestres y acuáticas, las que ocupan los diferentes microhábitat. En el área de estudio, es posible identificar dos zonas de importancia, donde se concentra la mayor diversidad y actividad reproductiva.

Entre las especies asociadas al cuerpo de agua destacan Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), especie catalogada en estado Vulnerable a nivel nacional y en Peligro en la VIII región, Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), especie catalogada en Peligro en la VIII región, Pato cuchara (*Anas platalea*), especie catalogada como Inadecuadamente conocida a nivel nacional y regional, Garza cuca (*Ardea cocoi*) y Huaravillo (*Ixobrycus involucris*), catalogados como Rara a nivel nacional y regional.

Los ambientes pajonales (totorales y juncales), que se desarrollan en los márgenes del cuerpo de agua y en las zonas de humedales, son ocupados por especies insectívoras tales como triles (*Agelaius thilius*), siete colores (*Tachuris rubrigastra*), chercanes de la vega (*Cistothorus platensis*) y trabajadores (*Phleocryptes melanops*). Destacándose entre ellos, el Pájaro amarillo (*Pseudocolopteryx flaviventris*) y el Nuco (*Asio flammeus*), ambos clasificados en estado Inadecuadamente conocido a nivel nacional y regional.

Las praderas húmedas o pastizales inundables, que se desarrollan en el perímetro de la laguna, especialmente aquellas que forman parte de la llanura inundable del Estero Los Batros, sirven de hábitat a un importante grupo de aves entre las cuales destacan la becacina (*Gallinago paraquaiiae*), que se encuentra en estado vulnerable a nivel nacional y regional y la becacina pintada (*Rostratula semicollaris*), en estado de Peligro a nivel nacional y regional.

Entre las aves terrestres predominan aquellas de hábitos antropófilos y estepáricos asociadas a arbustos y matorrales, como chincoles (*Zonotrichia capensis*), chercanes (*Troglodytes aedon*), chirigües (*Sicalis luteola*), gorriones (*Passer domesticus*) y jilgueros (*Cardelius barbatus*). Asociado a los bosques se observan rayaditos (*Aphrastura spinicauda*), cachuditos (*Anairetes parulus*), tordos (*Curaeus curaeus*), fío-fío (*Elaenia albiceps*) y raras (*Phytotoma rara*). Destacándose la torcaza (*Patagonas australis*), que se encuentra en estado Vulnerable a nivel nacional y en Peligro a nivel regional.

Mamíferos

Los mamíferos incluyen roedores nativos como la laucha de pelo largo (*Abrothrix longipilis*) y el ratón de los espinos (*Oryzomys longicaudatus*), lagomorfos como liebres (*Lepus capensis*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*), todos ellos asociados a formaciones boscosas y de matorral, que se desarrollan en los alrededores de la Laguna Grande. También se observa el roedor herbívoro coipo (*Myocastor coypus*), el cual habita las zonas ribereñas de la Laguna Grande.

La fauna presente en el área de estudio corresponde a la típica de estos ecosistemas, presentando una composición taxonómica similar al resto de los humedales palustres de la VIII Región.

Las aves acuáticas son el grupo mejor representado y con mayor diversidad dentro del humedal, lo que está determinado por los diferentes tipos de microhábitas.

Dentro del área de estudio, se distinguen dos áreas de mayor importancia para la conservación, debido a que son utilizadas como zonas de reproducción por la avifauna del humedal. Estas áreas corresponden a la embocadura del estero Los Batros y al tramo final del humedal, antes de cruzar la ruta 160.

La becacina pintada, la torcaza, el cisne coscoroba y el cisne cuello negro son las especies presentes en el humedal que se encuentran en Peligro de Extinción en la VIII Región, según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.

Biota Acuática- Macroinvertebrados bentónicos

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del humedal “Los Batros”, presenta una estructura típica a la observada en ambientes similares en el centro y sur de Chile. Se trata de una comunidad con una baja diversidad de especies e integrada por taxa indicadores de condiciones de moderada a mala calidad ambiental, dada su elevada resistencia al enriquecimiento orgánico de estos ambientes. En este sentido, no hay especies que puedan considerarse con problemas de conservación. Gran parte de las especies, incluyendo al anfípodo *Hyalella curvispina*, se alimentan de detritus vegetal por lo cual se deduce que tienen una participación importante en la degradación de materia orgánica del humedal.

Dentro del listado de especies, se registraron varias que pueden implicar problemas para salud pública y/o para la ganadería. Esta son: a) *Lymnaea viator*, caracol vector de *Fasciola hepatica*, que afecta la ganadería y de *Trichobilharzia*, que produce dermatitis de los nadadores y b) larvas de Culicidae o zancudos, que pueden afectar a la población humana en ambientes ribereños. Con respecto a estas últimas, se observaron por lo general en muy bajas abundancias; es probable que ello sea explicado por la actividad depredadora del pez *Percilia irwini*, presente en amplias zonas del humedal.

La única especie de macroinvertebrado de importancia económica registrado en el área, fue el camarón de vega *Parastacus pucnax*. Este crustáceo fue observado formando galerías en los transectos 2 y 4, aunque aparentemente con muy bajas densidades.

El crustáceo anfípodo *Hyalella curvispina* fue registrado en elevadas densidades en prácticamente todo el humedal, con densidades que superan los 500 ind./0,1m². La importancia cuantitativa de este crustáceo sumado a su conducta detritívora, sugiere que tiene una elevada importancia en las cadenas tróficas del humedal, transfiriendo energía desde los productores hacia los niveles tróficos superiores.

En síntesis, los macroinvertebrados bentónicos son un componente ecológico relevante en el humedal, especialmente por: a) son parte importante de la dieta de aves acuáticas y anfibios, varias de las cuales presentan problemas de conservación y b) forman parte importante de la cadena de degradación de la materia orgánica vegetal.

Fauna Ictica

La presencia de la fauna íctica se restringe al área de impacto indirecto correspondiente a la laguna Grande y al estero los Batros. En el área de influencia directa sólo se observó la presencia de la especie introducida *C. carpius*, que utiliza las lagunas temporales durante el invierno.

2.2.2. Humedal Chepe – Carriel Sur - Rocuant – Andalién (Figuerola et al. 2009)

Dentro de los ecosistemas acuáticos costeros de la Comuna de Talcahuano se encuentran la marismas de Rocuant y río Andalién, en la Bahía Concepción. Estos sistemas constituyen el último eslabón de un largo proceso fluvio-marino, con el cual se configura la línea de costa actual de Talcahuano.

Marisma Rocuant (EULA, 2002)

La marisma de Rocuant es un área de influencia marina de aproximadamente 10 Km de extensión que se ubica inmediatamente al Sur de la cabeza de la Bahía de Concepción (36° 40' S y 73° 02' O). Desde el punto de vista topográfico se trata de una zona plana con escasa pendiente, propia de su condición de marisma litoral. Considerando su hidrología, se verifica que sus aguas tienen fundamentalmente tres orígenes: las napas subterráneas, que mantienen la zona de humedales y que son alimentadas por las precipitaciones, las infiltraciones desde los ríos Andalién y Biobío, y el agua de mar, que se introduce por la boca del Canal el Morro.

Los flujos son determinados, principalmente, por las precipitaciones y el régimen de mareas. Si consideramos que la disponibilidad de agua varía estacionalmente, podemos deducir que los mayores flujos de agua dulce, de aproximadamente 40 m³/s, se producen en invierno durante eventos de alta precipitación (PRAT, 1996). Por otro lado, en el período de verano, se producirán flujos y reflujos más marcados por efecto de las mareas, sobre todo en período de sicigias. En este período, por los menores aportes de agua dulce y la evaporación producida por la radiación solar, se espera un aumento de la salinidad en el interior de la marisma.

El punto fundamental a considerar es la capacidad de autodepuración de la marisma de Rocuant, esta capacidad se aprecia limitada debido, por un lado, a la escasa pendiente del estuario que no hace posible un flujo de agua importante, y por otro, que los aportes permanentes de agua dulce son escasos, y los que llegan a ser importantes en invierno, son eventuales. A lo anterior se suma el embancamiento que se aprecia en la boca del estuario, que limita aún más los flujos y reflujos.

La marisma de Rocuant, por sus peculiares condiciones de extrema contaminación, se transformó durante la década de 1980 en un sistema totalmente eutroficado (debido al vertimiento directo de aguas servidas y efluentes de la industria pesquera aledaña a la marisma), con pérdida total de su flora y fauna característica (Rudolph & Ahumada, 1987). Los fondos se cubrieron totalmente por una gruesa capa de fangos anóxicos y las riberas por una densa capa de material compactado, derivado de los aceites contenidos en los residuos industriales líquidos vertidos en la marisma. En la actualidad, ciertos sectores de la marisma, especialmente los que no tienen contacto directo con el canal El Morro, presentan una evidente recuperación del sistema, registrándose una importante actividad biológica (aves, plancton, etc.).



Figura 8. Canal el Morro y Marismas de Rocuant (Talcahuano), Fuente: EULA, 2005).

- **Efectos de la expansión urbana entre los años 1955 y 2009 sobre el Humedal – Chepe Carriel Sur**

El humedal Rocuant – Andalién es un área de influencia marina que se encuentra al sur de la bahía de Concepción ($36^{\circ} 40' S$ y $73^{\circ} 02' O$), colindante con la comuna de Talcahuano y por el sur con la comuna de Concepción.

Por el sur de el humedal Rocuant – Andalién, se encuentra el Humedal dulceacuícola Carriel Sur, que por el lado este colinda con el curso del río Andalién mientras que por oeste limita con la Avenida Colón.

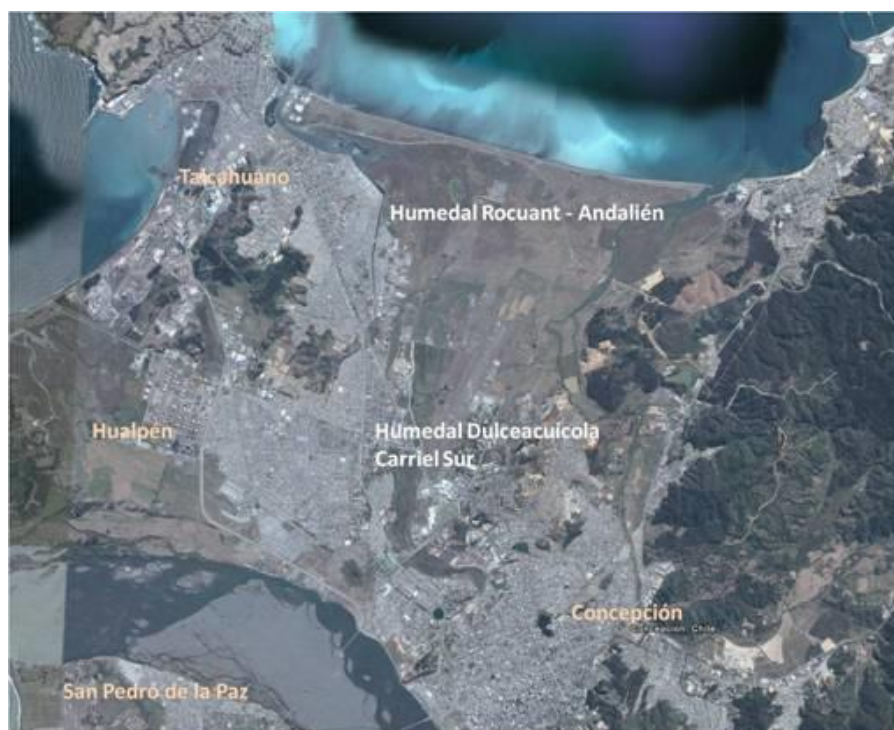


Figura 9: Humedal Carriel Sur – Rocuant Andalién, (Figueroa C, et al. 2009).

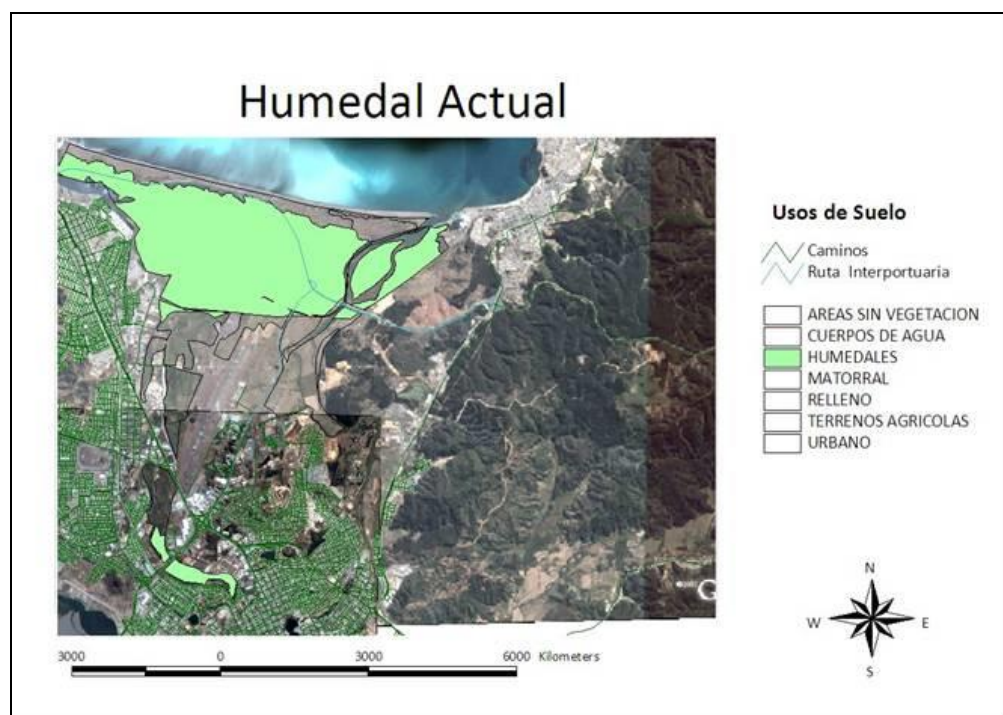


Figura 10. Humedal Carriel Sur – Rocuant Andalién, (Figueroa C, et al. 2009)

En 1955 el área correspondiente al humedal estaba siendo intervenida por el incipiente cambio de uso de suelo para ser usado como Huertos, siendo el comienzo de las intervenciones antrópicas al ecosistema, Luego en 1961 aparecieron nuevos usos de suelo en las orillas del ecosistema cercanas a la zona urbana que tenían condiciones de menor humedad que el resto.

En 1976 aparecieron nuevos usos como autopistas y avenidas, y la construcción del aeropuerto, intervenciones de mayor índole, es especial el área destinada para aeropuerto al cual se le destino 143 ha, es decir, el 4% de la superficie del humedal. Para el año 1992 el uso de suelo que fueron ganando superficie fue urbano residencial y aeropuerto de 143 ha a 181 ha. El uso para urbano residencial fue creciendo alcanzando una superficie de 287 ha en 1998 siendo entre la época de 1990 a 2001 la aparición de sitios eriazos dominando en las tierras previamente ocupadas por humedales que son rellenadas o drenadas para poder pasar a ser parte del paisaje de transición hacia la urbanización, aumentando así su plusvalía económica al mismo tiempo que se deteriora sus condiciones ambientales.

En la actualidad, el crecimiento de las superficies urbanas se ha localizado de manera preferencial sobre los humedales, por lo que estos han disminuido progresivamente, llegando a ocupar en el 2009 el 67% del área que cubrían en el año 1955. La tasa en que los humedales desaparecían era mas bien lento, hasta en 1998 donde la tasa aumentó notablemente justificado por la construcción de la carretera interportuaria significando una división del ecosistema y con esta fragmentación generando la fragilidad del sistema y pronta desaparición.

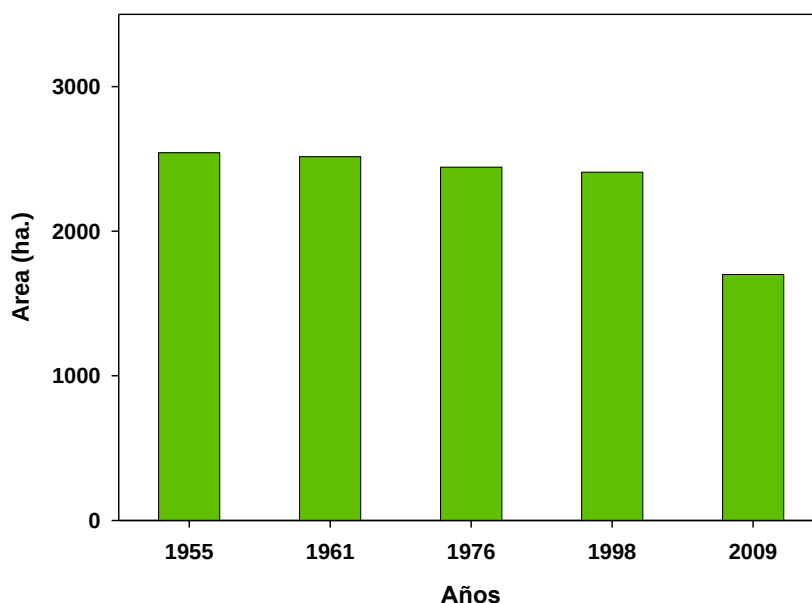


Figura 11. Cambio en la cobertura del Humedal Carriel Sur – Rocuant Andalién, período 1955-2009. (Fuente: Figueroa et al. 2009).

El área metropolitana de Concepción ha experimentado, en las últimas décadas, un progresivo crecimiento de su superficie urbana, llegando en el 2004 a superar en más del doble la superficie que poseía en el año 1976. Esta acelerada tasa de crecimiento lamentablemente no ha respetado las áreas que ofrecen gran variedad de servicios ambientales, como son los humedales, bosques y matorrales.

El crecimiento urbano de la comuna no respeta estos ecosistemas provocando la reducción de la superficie ocupada sea un proceso sostenido en el tiempo, con un incremento en su velocidad en los años 1998 a 2009 asociando directamente a las construcciones para fines urbanos realizadas en estos últimos años.

Para el caso de humedal Carriel Sur se observó que una secuencia de cambio de los usos y coberturas de suelo afecta gradualmente la existencia de este ecosistema. Si se observa para los años 1955 a 1992 las coberturas que dominaron este proceso de cambio corresponde a los terrenos de poca o nula vegetación y cubiertos con vegetación dispersa, mientras que para los años posteriores las coberturas naturales fueron reemplazadas por usos de suelo urbanos.

Teniendo claro que la fragmentación es una de las principales manifestaciones espaciales del deterioro ambiental, que si bien cada vez es mayor el número de parches o pequeñas islas que contienen ecosistemas de gran valor ambiental, su tamaño es reducido afectando el comportamiento funcional del ecosistema. El área del humedal que está aislada del resto corresponde a la parte sur del humedal, limitado por las calles y autopistas propias de la ciudad que gracias a la canalización y entubamiento de sus aguas pueden tener algún tipo de conexión.

En el transcurso de este trabajo se reconoce la ausencia de una planificación ecológica o de ordenamiento territorial, ya que los planes de crecimiento urbano no se compatibilizan con los del desarrollo sustentable y, en consecuencia se expresa en un deterioro persistente y gradual, siendo que las ciudades mientras de mayor tamaño sean necesitan de mayores servicios ambientales.

2.2.3 Humedal Tubul - Raqui (Urrutia et al. 2008)

El humedal Tubul-Raqui, se ubica frente al golfo de Arauco (37°13'S, 73°26'O), a 17 km al sur de la ciudad del mismo nombre, Región del Biobío, siendo posiblemente por su extensión y área marismal, uno de los más importante de la zona Centro-Sur de Chile, con una superficie de 2.600 há (CONAMA, 1999). De esta superficie, un 88% (2.296 ha) corresponde a predios privados y un 12% (304 ha) corresponde al predio fiscal (zona de estudio).

En este sector confluyen al llegar al mar los ríos Tubul y Raqui, que tienen origen costero y régimen netamente pluvial, con características estuarinas y marcada influencia marina (Constabel, 1993), permitiendo la existencia de praderas de *Gracilaria* sp. ("Pelillo") en el curso inferior de ambos ríos.

El río Tubul posee una longitud aproximada de 18 km, con un área de drenaje de 98 km², recibe aportes de agua dulce sólo en la época invernal y tiene profundidades que varían entre los 3 y 4 m. Por su parte, el río Raqui tiene una longitud aproximada de 15 km y una cuenca de 176 km², es más somero que el río Tubul, presentando profundidades máximas que alcanzan los 2 m y escurrimientos de agua dulce durante todo el año, debido a que drena áreas de mayor altitud (300 m). Además, en el río Raqui, desembocan los esteros Los Puentes y Las Peñas.

Si bien, el humedal en la actualidad presenta un bajo grado de intervención, existen actividades productivas que amenazan las características naturales de este lugar, entre ellas se destacan las actividades forestales extensivas, las cuales se han ido expandiendo rápidamente hacia los límites del humedal. Además han se han detectado cambios en el régimen hídrico, producto del drenaje de terrenos destinados a los cultivos agrícolas y forestales.

En general, la importancia de los humedales tipo estuarinos con el Tubul-Raqui, radica en que presentan una activa interacción o confluencia entre el medio dulceacuícola y el marino, dando como resultado propiedades que no existen en ninguno de los dos ecosistemas (diversidad, productividad, etc.). Las aguas de los estuarios se encuentran entre las aguas más fértiles del mundo, en las que la micro y macro flora mantienen un alto nivel de productividad, que sustenta una red alimentaria que permite el rápido crecimiento de organismos que usan los estuarios como área de reproducción. De acuerdo a estudios realizados por Carrasco (2004), el humedal Tubul-Raqui presenta una gran diversidad y riqueza, tanto de especies como de familias de aves acuáticas.

El Este humedal corresponde al humedal de intrusión salina (CEA-CONAMA 2007) con mayor valor de conservación en la Región del Biobío. Este tipo de humedales se caracterizan por presentar una gran influencia de las mareas, donde el agua dulce proveniente del drenaje terrestre se mezcla con el agua de mar, resultando una mezcla de nutrientes, traduciéndose esto en áreas muy fértiles y productivas. Esta alta productividad sustenta una red alimentaria que permite el rápido crecimiento de peces juveniles que utilizan los estuarios como áreas de reproducción (UICN, 1992). También es importante destacar que el estuario Tubul-Raqui sea el único lugar en la Región del Biobío que presenta condiciones óptimas para el cultivo del pelillo (*Gracilaria sp.*).

La climatología de la zona se caracteriza por presentar entre dos a cinco meses áridos y cuatro meses fríos y húmedos que concentran aproximadamente el 75% de las precipitaciones que alcanzan 1300 mm. Las temperaturas fluctúan entre 13 y 13,9 °C.

Respecto a la geología del sector, el humedal Tubul-Raqui se ubica sobre la denominada Formación Tubul, la cual esta determinada por secuencias transgresivas de estratos en el Plioceno (Pineda, 1983). Tiene un espesor promedio de 100 m (Vieytes *et al*, 1993 *fide* Moreno, 2004) y, de acuerdo a la distribución y el análisis de espesores del Plioceno, el mar transgrede la Península de Arauco desde el norte y desde el sur, constituyendo dos cuencas separadas por el alto topográfico de Curanilahue – Los Alamos, donde la cuenca norte se abre al NNW y la sur al SSW (Pineda,

1983). La geomorfología ha sido determinada por relieves modelados de acumulación. Al interior del humedal existen pequeñas porciones de tierra pertenecientes a la plataforma de abrasión marina de nivel inferior (≤ 50 m) estructurada sobre rocas sedimentarias de la Formación Tubul. Además, gran parte del humedal descansa sobre Cuaternario reciente, con sedimentos fluviales y de playa.

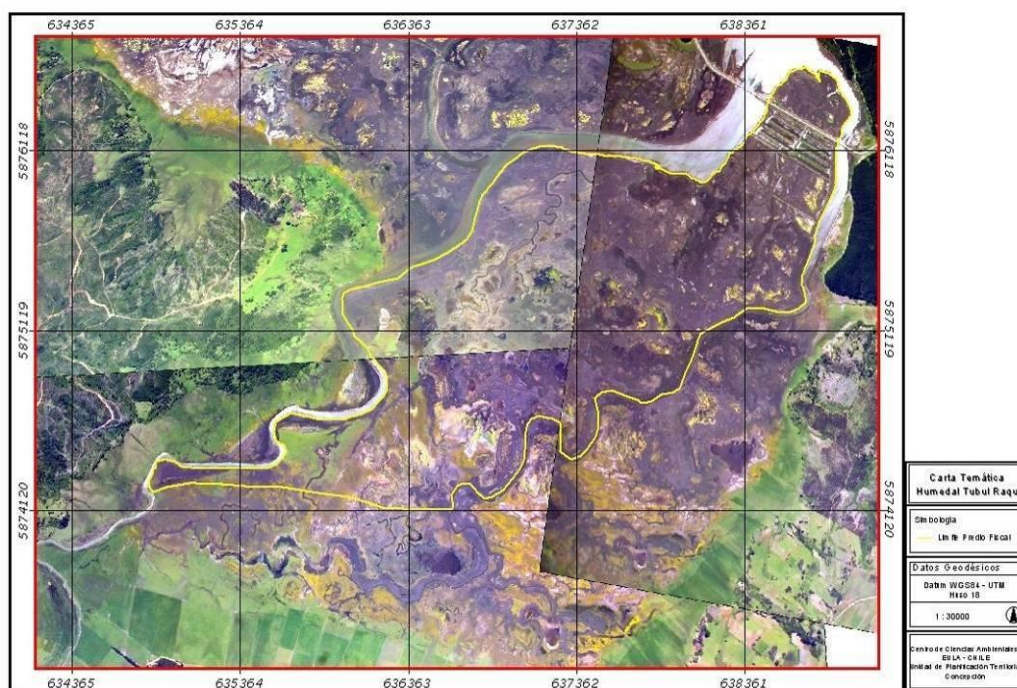


Figura 12. Humedal Tubul-Raqui (Urrutia et al, 2008).

En cuanto a la hidrología, en el humedal Tubul-Raqui confluyen los ríos Tubul y Raqui. Ambos ríos son de origen costero y de régimen pluvial, con características estuarinas y marcada influencia marina (Constabel, 1993). El río Tubul con una longitud aproximada de 18 km (Alveal, 1988), recibe aportes de agua dulce sólo en la época de lluvia y su máxima profundidad varían entre 3 y 4 m. Por su parte, el río Raqui, con una longitud aproximada de 15 km y más somero que el Tubul, posee una máxima profundidad de 2 m y escurrimientos de agua durante todo el año. Además, en el río Raqui, desembocan los esteros Los Puentes y Las Peñas. Ambos ríos están muy influenciados por los escurrimientos superficiales y la pluviosidad anual.

Los ríos Tubul y Raqui, en general, presentan una buena calidad de agua, respecto a parámetros biológicos-químicos del agua superficial, excepto por los coliformes totales, los cuales han registrado valores por sobre la Norma NCh 1333. La implicancia de lo anterior, sustenta que la calidad de esta agua no sería óptima para actividades de recreación con contacto directo, como natación, buceo, entre otras. Los altos valores de coliformes totales no implican un riesgo a nivel

ecosistémico, siempre y cuando las especies existentes en este lugar no sean para consumo humano.

La flora y fauna acuática del sector es muy diversa. Existe una comunidad de microalgas perifíticas integrada por 38 especies de diatomeas. En términos cuantitativos, las especies de mayor abundancia está representada por *Opephora pacifica* y *Opephora martyi*, presentando una abundancia total de 373.713 cel/mm² y 175.913 cel/mm², respectivamente. Por otro lado, el fitoplancton está conformado por 27 especies de diatomeas y otras algas en el humedal, siendo la mayor parte de las especies de diatomeas representantes de ambientes marinos. Las mayores abundancias están determinadas por las especies *Opephora pacifica* (414 cel/L) y *Skeletonema costatum* (380 cel/L) correspondiendo la mayoría a especies de ambientes marinos (CEA, 2006). Los macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos integran 7 taxa, correspondiendo la mayoría de las especies a Polychaeta y Crustacea de ambientes marinos-estuarinos. También se registraron taxa más asociados a ambientes dulceacuícolas, como es el caso de estados inmaduros de insectos pertenecientes a la familia Chironomidae (CEA, 2006)

Por otro lado, en el área existen tres especies de peces capaces de habitar en ambientes mixohalinos, a saber, Lisa (*Mugil cephalus*), Róbalo (*Eleginops maclovinus*) y Pejerrey (*Odontesthes regia*) (Stuardo *et al.*, 1992).

La fauna terrestre está determinada por 53 taxa de vertebrados, entre anfibios (1 especie), reptiles (3 especies), aves (47 especies) y mamíferos (2 especies). De las 53 especies, nueve (16,9%) se encuentran clasificados en alguno de los cinco “estados de conservación” definidos por el SAG (2006), como es el caso de anfibio y los tres reptiles, cuatro aves y un mamífero. Las especies en peligro de extinción son tres: cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), cisne de cuello negro (*Cygnus melancorypha*), y torcaza (*Columba araucana*); dos especies son vulnerables: lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y coipo (*Myocastor coypus*); tres especies son inadecuadamente conocidas: lagarto llorón (*Liolaemus chiliensis*) y pato cuchara (*Anas platalea*); y dos especies se consideran fuera de peligro: sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) y lagartija de vientre azul (*Liolaemus cyanogaster*).

Debido a sus características, el estuario Tubul-Raqui ha sido catalogado, en la Región del Biobío, como de primera prioridad, en el Marco de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad Regional, dadas las siguientes características:

- a) Proporciona refugio para numerosas especies de aves, muchas de las cuales son migratorias y con problemas de conservación (Carrasco, 2004). En su conjunto alberga 45 especies de aves, siendo 29 con problemas de conservación. Constituye un área de paso, en algunos casos, de nidificación de un número importante de aves migratorias como *Rynchops níger* (Rayador), *Numenius phaeopus* (Zarapito) y *Limosa haemastica* (Zarapito pico recto).

- b) Es un ecosistema de alta productividad debido a la gran cantidad de nutrientes que ingresan desde los ambientes terrestres y marinos, los cuales quedan atrapados en el estuario (Stuardo & Valdovinos, 1989), siendo el único lugar en la Región del Biobío que presenta condiciones óptimas para el cultivo del pelillo (*Gracilaria sp.*).
- c) Exportan grandes cantidades de materia orgánica (disuelta y particulada) hacia las aguas costeras (Figueroa & Valdovinos, 1997).
- d) Son el hábitat de un gran número de especies de importancia económica (e.g. Pelillo, Róbal, Lisa) (Della-Croce & Valdovinos, 1994).
- e) En la caleta Tubúl existen familias que mantienen como fuente de ingreso la explotación de pelillo.
- f) Posee relictos de bosque nativo costero y *Nothofagus obliqua*.
- g) Contiene 38 sitios con yacimientos arqueológicos.
- h) Es un área con registro fosilífero abundante del Plioceno con abundancia de bivalvos y gastrópodos.

3. Conclusiones

- Los Humedales con mayor grado de información corresponden a aquellos urbanos localizados en el Gran Concepción, específicamente en las áreas de las comunas de Concepción, Talcahuano, Penco, Hualpén y San Pedro de la Paz. Muchos de estos estudios han sido desarrollados para la línea de base de proyectos urbanísticos y de desarrollo que las comunas han venido impulsando, con el fin de conocer el grado de intervención que dichos proyectos tendrán en la estructura y dinámica de estos ecosistemas. Igualmente, los estudios de humedales como Tubul-Raqui y Lenga han sido realizados por la gran significancia ambiental y ecológica que representan para la región y el país.
- Diversos estudios en la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro, identifican al crecimiento urbano como la amenaza más importante sobre los humedales. Estos estudios indican que una pérdida del 23% en los humedales del Concepción metropolitano, se produjo entre los años 1975 y 2000.
- Dentro del levantamiento de la información biótica de los humedales, se puede distinguir gran cantidad de información para las aves acuáticas, vegetación y peces, con sólo pocos estudios sobre otros grupos, como los macroinvertebrados bentónicos e insectos. Específicamente los estudios realizados sobre este último grupo, indican que factores como la pérdida, fragmentación y homogenización del hábitat, la eutroficación y la contaminación de los humedales, serían los más importantes en explicar la disminución en la abundancia y diversidad de insectos en estos ambientes. Al mismo tiempo, la sensibilidad de estos insectos a estos factores, los convertiría en un excelente indicador de la “salud” de estos ecosistemas.

- La heterogeneidad de la información de los humedales de la Región del Biobío es significativa, por lo que ha sido complicado el hallazgo de dicha información en sus diferentes fuentes. Sin embargo, se espera recopilar la mayor cantidad de información posible, a fin de contar en los próximos informes con una base de datos más completa para los humedales identificados como prioritarios en esta consultoría.
- Según las visitas realizadas en cada una de las municipalidades de la intercomuna, se detectó una importante heterogeneidad en los criterios utilizados a la hora de identificar y priorizar los humedales de cada comuna, otorgando por tanto una valoración diferencial a estos ecosistemas. En este sentido, se hace necesario a través de este estudio consensuar criterios, para: i) consolidar una apreciación común (nivel municipal, gubernamental) sobre la importancia de los humedales, ii) generar una adecuada priorización de los humedales, para la conservación, manejo y eventual recuperación de dichos ecosistemas. Igualmente se detectó la necesidad de conocer que medidas de orden municipal y regional (ordenanzas, etc.) existen a favor de la conservación y manejo de los humedales en cada comuna, para realizar un análisis de la aplicabilidad de las estrategias de orden nacional a nivel regional y local.
- La información cartográfica utilizada hasta el momento, corresponde a la generada por la CONAF en 1998. En este estudio se busca actualizar dicha información, especialmente la relacionada con la red hidrográfica y los humedales asociados, usos del suelo y coberturas vegetales, en los sistemas prioritarios para esta consultoría.
- A través del estudio de recopilación de información de base, se detectó un gran interés por parte de las municipalidades para participar del proyecto, debido a los objetivos que este persigue y por la necesidad de compartir sus experiencias y dificultades relacionadas con el manejo y conservación de sus humedales.
- Finalmente se puede establecer que los humedales palustres de la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro son importantes áreas para numerosas especies con problemas de conservación, varias de las cuales son consideradas de importancia internacional (Convención Ramsar 1999). Sin embargo, la mayor parte de los humedales presentes en esta zona están siendo reemplazados por áreas urbanas, por lo que urge la aplicación de planes de manejo para prevenir su degradación y la consecuente pérdida de especies, en una de las zonas biogeográficas más importantes del país (mesomórfica), dada su condición medial entre los ecosistemas del Norte y Sur.

4. Levantamiento de Información secundaria

Para el levantamiento de información secundaria se realizaron contactos con las siguientes instituciones:

Universidad de Concepción – Centro EULA: En el cual se recopilaron los siguientes estudios:

- De los humedales de la región del Biobío, Chile inventario y análisis ambiental, Oscar Parra, Claudio Valdovinos, Roberto Urrutia, Evelyn Habit, Ricardo Barra, Adolfo Acuña, Marcus Sobarzo, Alberto Araneda, Ricardo Figueroa, Diego Caamaño, Claudia Vega, María D. Muñoz y María Mardones, Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción, Chile, 2005. Congreso de Limnología. Universidad de Concepción
- Saneamiento de la cuenca hidrográfica del Río Biobío y del área costera adyacente, Estudio de Prefactibilidad. EULA, Universidad de Concepción, Chile, 1.993
- Catastro de los humedales urbanos del área metropolitana de Concepción, Región del Biobío, como base para la planificación del manejo ecosistémico, CONAMA, Gobierno de Chile, 2008
- Hidrología de la Cuenca del Río Itata, Alejandro R. Dussailant en La Cuenca Hidrográfica del Río Itata, aportes científicos para su gestión sustentable. 2.009. Universidad de Concepción – Chile
- Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar, Hidrografía, Hans Niemeyer Fernández, Pilar Cereceda Troncoso, 1984
- Atlas Social y Ambiental del Área Metropolitana de Concepción, Transformaciones sociodemográficas y ambientales 1992 – 2002. Región del Biobío, Chile.
- Línea de Base Evaluación de Impacto Ambiental San Pedro del Valle, 2006.
- Efectos de la expansión urbana entre los años 1955 y 2009 sobre el Humedal – Chepe Carriel Sur. C. Figueroa y R. Urrutia, EULA, Universidad de Concepción, 2009.
- Declaración de Impacto Ambiental, Proyecto de Saneamiento Ambiental, Canal El Morro, EULA, Universidad de Concepción, 2002.
- Guía de manejo para terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la región del Biobío, Humedal Tubul – Raquí, Dr. Roberto Urrutia Pérez, Biólogo, Fabiola Lara Salinas, Biólogo Marino Ministerio de Bienes Nacionales y Centro EULA, Universidad de Concepción, 2008.
- Plan Andaluz de Humedales, Consejería de Medio Ambiente. 2.002
- Humedales, Espacios para la conservación de la biodiversidad en la Región de la Araucanía, Chile, CONAMA, 2009.
- Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales, Centro de Ecología Aplicada Ltda. Servicio Agrícola y Ganadero, Gobierno de Chile, 2006
- Cartografía Temas: División Política Administrativa, Usos del Suelo (CONAF, 1998), Mapa Hidrológico y de Cuencas Hidrográficas escala 1:150.000. Área Geomática EULA; Universidad de Concepción.

Municipalidad de Talcahuano

- Catastro de plantas vasculares presentes en Humedal Rocuant – Andalién
- Guía de Campo Avifauna presente en el Sector Adyacente al Canal El Morro, Humedal Rocuant – Andalién, Octava Región, Chile.

Igualmente se realizaron contactos con las siguientes Municipalidades con las cuales se realizaron reuniones de presentación del proyecto y solicitud de información existente.

1. Municipalidad de Hualpén: 17 de enero de 2011
2. Municipalidad de Talcahuano: 19 de enero de 2011
3. Municipalidad de Concepción: 17 de enero de 2011
4. Municipalidad de San Pedro de la Paz: 20 de enero de 2011-01-26

5. Bibliografía

- Alejandro R. Dussailant, 2009. Hidrología de la Cuenca del Río Itata, aportes científicos para su gestión sustentable. Universidad de Concepción, Chile.
- Ariza Nevado et al, de la Junta de Andalucía, 2002. Plan Andaluz de Humedales. Consejería de Medio Ambiente. España.
- Barrientos M. M, 2009 Humedales, Espacios para la conservación de la biodiversidad en la Región de la Araucanía, CONAMA, Chile.
- Campos , H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J.F. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V.H. Ruiz, W. Siefeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. et al. (1998). Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile 47: 101-122.
- CONAMA, Econometric, mediciones ambientales, 2008. Catastro de los humedales urbanos del área metropolitana de Concepción, Región del Bio bío, como base para la planificación del manejo ecosistémico, Gobierno de Chile, Chile.
- Dyer, B. (2000)a. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estudios Oceanológicos, Chile 19: 77-98.
- E. de Fraja Frangipane et al, 1993. Saneamiento de la cuenca hidrográfica del río Bío Bío y del área costera adyacente. Estudio de Prefactibilidad. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- EULA, 2006. Línea de Base Evaluación de Impacto Ambiental San Pedro del Valle, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- EULA 2005. De los humedales de la región del Biobío, Chile inventario y análisis ambiental, Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Congreso de Limnología, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- EULA, 2002. Declaración de Impacto Ambiental, Proyecto de Saneamiento Ambiental, Canal El Morro, EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Fernández Hans N. et al, 1984. Geografía de Chile, Hidrografía, Instituto Geográfico Militar, Chile.
- Figueroa C, et al. 2009. Efectos de la expansión urbana entre los años 1955 y 2009 sobre el Humedal – Chepe Carriel Sur. y R. Urrutia, EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Gerardo Azocar & Mauricio Aguayo, 2009. El desarrollo silvoagropecuario en la cuenca del río Itata: Situación actual y tendencias en La Cuenca Hidrográfica del Río Itata, aportes científicos para su gestión sustentable. Universidad de Concepción, Chile.
- Mariachiara Di Cesare & Mario Acuña, 2009. Características sociodemográficas de la población de la cuenca del Río Itata, en la Cuenca Hidrográfica del Río Itata, aportes científicos para su gestión sustentable. Universidad de Concepción, Chile.
- Pérez Leonel et al, 2010. Concepción Metropolitano, Evolución y Desafíos. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E. & Urrutia, R. (2006) Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). Biological Conservation 127: 272-281.
- Ruiz, V.H. (1993) Ictiofauna del río Andalién (Concepción, Chile). Gavana, Zool, 57 (2): 109 -278.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Gobierno de Chile, 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales, Centro de Ecología Aplicada Ltda. Chile.

- UGIT GORE BÍO BÍO, 2010. Antecedentes Regionales Región del Bio Bio, Departamento de Planes y Programas, División de Planificación y Desarrollo Regional, Gobierno Regional del Bío Bío.
- Urrutia R, et al, 2008. Guía de manejo para terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la región del Bio-Bío, Humedal Tubul – Raqui. Ministerio de Bienes Nacionales y Centro EULA, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Valdovinos, C. 2006. Humedales dulceacuícolas y biodiversidad. En: Atlas social y Ambiental del área metropolitana de Concepción. Región del Bío-Bío, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Vila Irma et al. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Villagrán-Mella, R., Aguayo M., Parra L., & González A. (2006) Relación entre características del hábitat y estructura del ensamble de insectos en humedales palustres urbanos del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 195-211.
- Conama 2010 (www.conama.cl, 2010). Comisión Nacional del Medio Ambiente Región del Biobío - Gobierno de Chile, Chile.

ANEXO 3

**Principales sistemas naturales humedales identificados en la
Región del Biobío**

Costeras entre río Andalién y Río Biobío							
	Paicaví (Tucapel Bajo - Paicaví)	Palustre	Concepción	Desde avenida Jorge Alessandri hasta Tucapel Bajo	671865	5925011	42,2 há
	Laguna Lo Méndez	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Costado Alonso de Rivera frente de Santa Sabina	674683	5924704	44.880 m2
	Laguna Lo Galindo	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Costado oriente avenida Alonso de Rivera a 300 m de Lientur	674953	5925699	40.313 m2
	Laguna Las Tres Pascualas	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Av. Paicaví Altura Manuel Rodríguez	674268	5923933	77.642 m2
	Carriel Norte	Palustre	Talcahuano	A través de Camino Carriel Norte por Jaime Repullo			33,7 ha
	Laguna Redonda	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Constado Avenida 21 de mayo Lorenzo Arenas	729589	5803061	29.275 m2
	Laguna Lo Custodio	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Costado Calle Lientur altura de Juan de Dios Rivera	674739	5924723	3.420 m2
	San Andrés	Palustre	Concepción	Costado Av.Ramón Carrasco Parque Central	671803	5925727	5,4 há
	Perales	Palustre	Talcahuano	Costado rotonda puente Perales	670942	5929224	3,9 há
	Laguna Macera	Lacustre	Talcahuano	Población Diego Portales	670124	5928260	2,8 há
	Laguna Recamo	Estuario	Talcahuano	Entrada Isla Rocuant	669111	5933268	3,4 há
	Villa Dinahue	Palustre	Talcahuano	Río Mapocho, Calle Lago Ranco	669369	5929931	4,8 há
	Huachicop	Palustre	Talcahuano	Costado Calle Santa Claudia, frente a pasaje San Lucas	669742	5930050	1 há
	Arteaga Alemparte	Palustre	Hualpén	Costado Av.Arteaga Alemparte			5,9 há

	Costado Cerro Chepe	Palustre	Concepción				
	Laguna Verde	Lacustre	Hualpén	Santuario Hualpén	664259	5926235	14,7 há
	Laguna Grande de San Pedro	Lacustre dulceacuícola	San Pedro de la Paz	Sector noroccidental de la Cordillera de Nahuelbuta, al Sur del río Biobío - Av. Las Encinas hasta los Sauces Villa de San Pedro	668875	5920366	2018,34 m2
	Laguna Chica de San Pedro	Lacustre dulceacuícola	San Pedro de la Paz	Proximidades de la Laguna grande de San Pedro (hacia el este) - Av. Costanera San Pedro Viejo	670179	5920714	519,231 m2
	Laguna Price	Lacustre dulceacuícola	Concepción	Costado Costanera río Biobío después de puente Juan Pablo II	670809	5925086	2.260 m2
	Huachipato	Lacustre	Talcahuano	Desde Costado Camino Lenga hasta interior de Huachipato	666638	5929070	42,1 há
	Camino a Huachipato	Lacustre	Talcahuano	Av. Gran Bretaña desde Av. Ramuntcho hasta Av. Rocoto	667820	5929970	23,7 há
	Guñunhue	Palustre	Hualpen	Postdam Esq Pilpilco	669552	5925846	2,9 há
	Comaco	Palustre	Talcahuano	Frente a empresa Comaco	668980	5928958	45,7 há
	Curso inferior el río Bio Bio (Desembocadura Norte del Río Biobío)	Estuario y un delta - Palustre Ribereño	Hualpén	Hualpén	663358	5925132	
	Estuario Lenga	Estuario marisma	Entre la Bahía de San Vicente y el Río Biobío, Hualpen	Hualpén	663618	5929374	909 há
	Frente de Sitrans	Lacustre	Talcahuano	Camino Industrias frente Sitrans	667885	5930097	13,0 há
	Estero Los Batros	Lacustre dulceacuícola,	San Pedro de la Paz, Concepción	Estero Los Batros desde Laguna Grande	667495	5921221	68,4 há

		ribereño con pajonales		hasta Puente Los Batros ruta 160			
	Río Biobío						
Río Tirúa	Desembocadura del río Tirúa		Tirúa	Tirúa			
Río Lleu Lleu	Lago Lleu-Lleu	Lacustre	Cañete	Cañete	641820	5777191	
Costeras entre Río Manco (incluido) y Río Laraquete	Colcura	Estuario intermareal de tipo marisma	Lota	Desde el fin Calle Balsameda hasta desembocadura Estero en Marihueño con Balsameda	664609	5891323	3,5 há
	Chivilingo	Estuario	Lota	Desembocadura Estero Chivilingo	662654	5887649	4,1 há
	Entrada a Lota	Palustre	Lota	Noroeste a la entrada Lota frente fin Playa	664935	5895386	51,1 há
Costeras entre río Biobío y río Manco	Coronel	Palustre	Coronel	By pass Coronel - Lota Altura de Cantarrana			134,3 há
	Lomas Coloradas	Palustre	San Pedro de la Paz	1,5 km al sur este de Lomas Coloradas	667084	5917397	24,4 há
	Ruta 160	Palustre	Coronel	By pass Coronel			1,4 há
Río Itata entre río Diguillín y Estero Coyanco	Avendaño	Lacustre	Quillón	Quillón			
Río Biobío entre Río Guaqui y Río Laja	Laguna La Señoraza	Lacustre	Laja	Laja			
Costeras Carampangue-Lebu	Laguna Quelen Quelen	Lacustre	Arauco		641850	5871084	
	Estuario Locobe	Estuario	Arauco		624098	5855558	
Costeras entre Río Pingueral y Río Andalién	18 de septiembre	Palustre	Tomé	Tomé alto, camino Cocholgue por C. Werner	681457	5947131	2,3 há
	Estero Collen	Ribereño	Tomé	Camino Collen a Rafael	683900	5944900	1,8 há
	Tranque Tomé	Lacustre	Tome	800 m al sur estero Collén, sector Cerro	686149	5945763	1,4 há
	Desembocadura del Estero Coliumo		Dichato, Tomé	Dichato, Tomé	682963	5952272	
Costeras entre Río Carampangue y Punta Lavapie	Complejo Humedales Estuario Tubul-Raqui	Estuario intermareal de tipo marisma	Arauco	Schwager	636743	5872072	2600 há
Río Peleco entre junta Ríos Tucapel, Leiva y Deságüe Lago Lanalhue	Lanalhue	Lacustre	Contulmo, Cañete	Contulmo, Cañete	646993	5800551	

Río Lebu, entre junta ríos Curanilahue, Pilpilco y Desembocadura	Desembocadura Río Lebu	Estuario	Lebu, Curanilahue	Lebu, Curanilahue	619379	5837173	
Río Carampangue entre arriba Río Colorado y Desembocadura	Ramadillas	Palustre	Arauco	Carampangue, Arauco	655032	5871685	
	Estuario Barrio Pescador	Estuario	Arauco		650255	5877245	
	Humedal Carampangue (costado río)	Palustre	Arauco	Arauco - Carampangue			
	Humedal Río Carampangue – Cementerio	Palustre	Arauco	Carampangue, Arauco			
	Estero el Molino	Humedal Boscoso y Palustre	Laraquete - Arauco	Arauco - Laraquete	661142	5882808	
	Sector Horcones Playa	Humedal Boscoso	Laraquete – Arauco	Arauco – Horcones	656212	5878933	



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Cartogr_base” que contiene archivos shape

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
GEOLOGIA_WGS84H18S.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	3 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	205 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge H...	17 KB
GEOLOGIA_WGS84H18S.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
Humedales_WGS84H18S.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	38 KB
Humedales_WGS84H18S.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
Humedales_WGS84H18S.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
Humedales_WGS84H18S.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
Humedales_WGS84H18S.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	2 KB
Humedales_WGS84H18S.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge H...	2 KB
Humedales_WGS84H18S.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	3 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	222 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge H...	11 KB
SUBCUENCAS_WGS84H18S.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
USOSUELO_WGS84H18S.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	540 KB
USOSUELO_WGS84H18S.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
USOSUELO_WGS84H18S.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	31 KB
USOSUELO_WGS84H18S.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	2 KB
USOSUELO_WGS84H18S.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	23.675 KB
USOSUELO_WGS84H18S.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge H...	11 KB
USOSUELO_WGS84H18S.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	26 KB

Principales lagos y lagunas de la Región del BíoBío

	Km ²
Laguna de La Laja	112,9
Lago Lleu Lleu	40,2
Lago Lanalhue	32
Laguna Los Litres	2,6
Laguna Avendano	1,7
Laguna Gr de San Pedro	1,6
Laguna Quidico	1,4
Laguna de Santa Elena	1,2
Laguna Antiquina	1,2
Laguna Butaco	1,1

Océano Pacífico

Región del Maule

República Argentina

Región del Bío Bío

Región de La Araucanía

Cauquenes

Chillán

Concepción

Laguna Avendano

Laguna de Santa Elena

Laguna Los Litres

Laguna Grande San Pedro

Laguna del Laja

Los Angeles

Angol

Lebu

Lago Lanalhue

Laguna Antiquina

Laguna Butaco

Lago Lleullev

Laguna Quidico

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Km



Principales lagos y lagunas de la Región del Bío Bío

	Km ²
Laguna de La Laja	112,9
Lago Lleu Lleu	40,2
Lago Lanalhue	32
Laguna Los Litres	2,6
Laguna Avendano	1,7
Laguna Gr de San Pedro	1,6
Laguna Quidico	1,4
Laguna de Santa Elena	1,2
Laguna Antiquina	1,2
Laguna Butaco	1,1

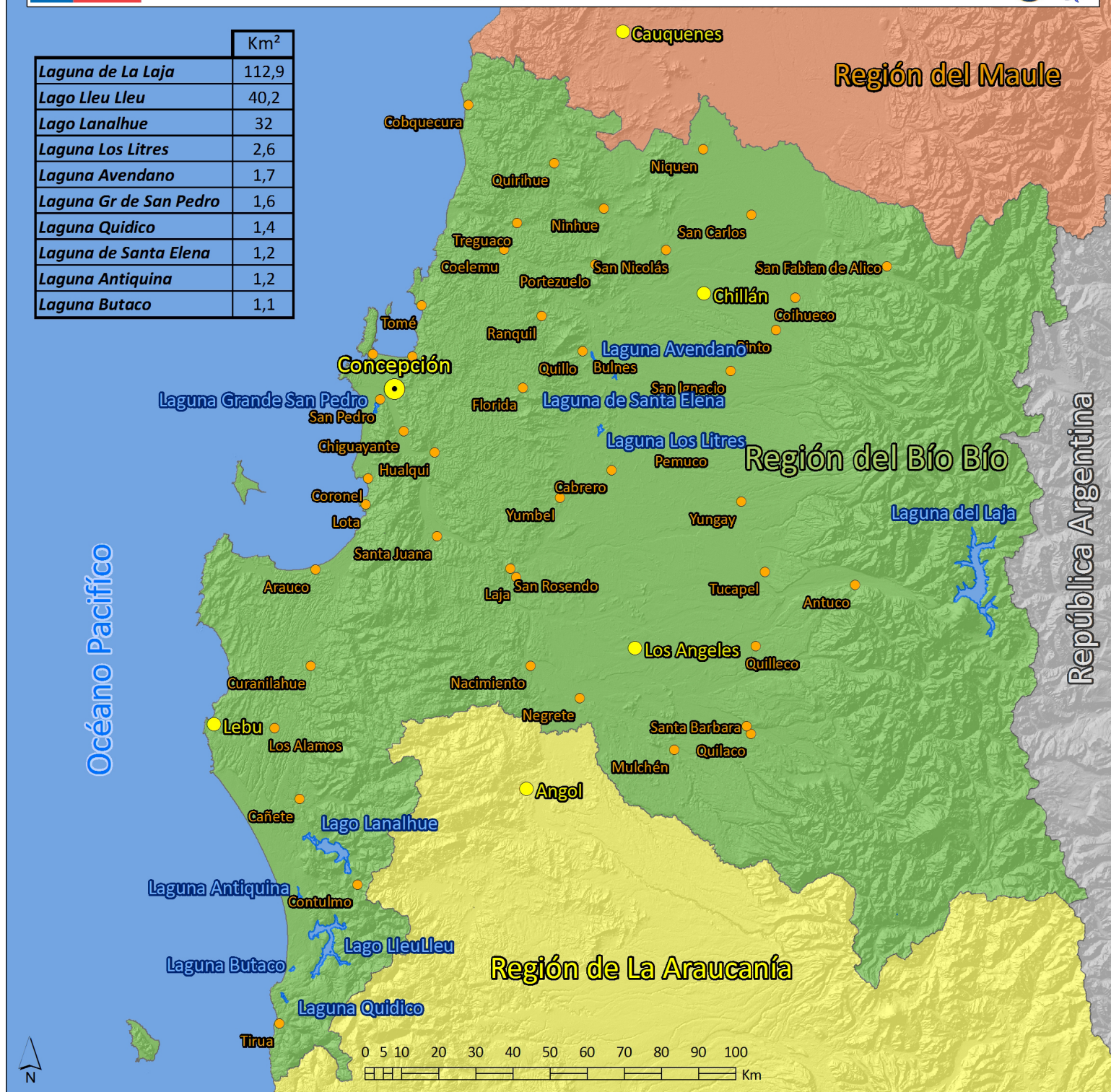
Región del Maule

Región del Bío Bío

República Argentina

Océano Pacífico

Región de La Araucanía


 0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
 Km


Principales ríos de la Región del BíoBío

	Km
Río BioBio	380
Río Ñuble	170
Río Laja	142
Río Itata	139
Río Vergara	126
Río Duqueco	108
Río Chillán	97
Río Bureo	89
Río Diguilín	87
Río Carampangüe	74

Océano Pacífico

República Argentina

Región del Maule

Región del Bío Bío

Región de La Araucanía

Cauquenes

Chillán

Concepción

Los Angeles

Angol

Lebu

0 10 20 40
Km

Principales ríos de la Región del BíoBío

	Km
Río BioBio	380
Río Ñuble	170
Río Laja	142
Río Itata	139
Río Vergara	126
Río Duqueco	108
Río Chillán	97
Río Bureo	89
Río Diguilín	87
Río Carampangüe	74

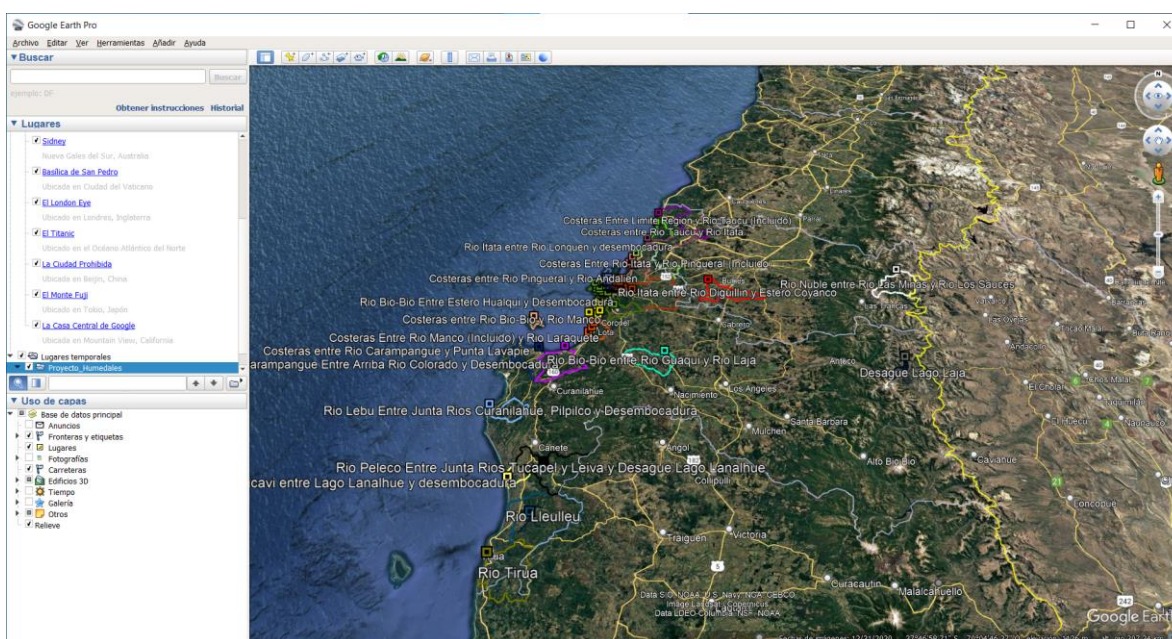
Océano Pacífico

República Argentina


 0 10 20 40
 Km

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 27 de agosto 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

- KMZ “Proyecto_Humedales.kmz”



- Archivos en formato shape

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 Cabeceras_Comunales.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	11 KB
 Cabeceras_Comunales.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Cabeceras_Comunales.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Cabeceras_Comunales.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Cabeceras_Comunales.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	2 KB
 Cabeceras_Comunales.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge HTML D...	17 KB
 Cabeceras_Comunales.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
 Capitales_Provinciales.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	2 KB
 Capitales_Provinciales.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Capitales_Provinciales.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Capitales_Provinciales.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Capitales_Provinciales.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	1 KB
 Capitales_Provinciales.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge HTML D...	15 KB
 Capitales_Provinciales.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
 Capitales_Regionales.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	1 KB
 Capitales_Regionales.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Capitales_Regionales.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Capitales_Regionales.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Capitales_Regionales.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	1 KB
 Capitales_Regionales.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge HTML D...	15 KB
 Capitales_Regionales.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
 Lagos_Principales.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	4 KB
 Lagos_Principales.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Lagos_Principales.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Lagos_Principales.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Lagos_Principales.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	162 KB
 Lagos_Principales.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
 Regiones_AE.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	1 KB
 Regiones_AE.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Regiones_AE.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Regiones_AE.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Regiones_AE.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	916 KB
 Regiones_AE.shp.xml	25-11-2024 17:42	Microsoft Edge HTML D...	11 KB
 Regiones_AE.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB
 Rios_Principales.dbf	25-11-2024 17:42	Archivo DBF	2 KB
 Rios_Principales.prj	25-11-2024 17:42	Archivo PRJ	1 KB
 Rios_Principales.sbn	25-11-2024 17:42	Archivo SBN	1 KB
 Rios_Principales.sbx	25-11-2024 17:42	Archivo SBX	1 KB
 Rios_Principales.shp	25-11-2024 17:42	Archivo SHP	1.372 KB
 Rios_Principales.shx	25-11-2024 17:42	Archivo SHX	1 KB