

---

**De:** Daniela Alejandra Cortés Araya < >  
**Enviado el:** lunes, 17 de junio de 2024 17:57  
**Para:** DS Lista Sitios; oficina de partes rm  
**Asunto:** envía antecedentes sobre sitios prioritarios  
**Datos adjuntos:** 1) Correo electrónico de Verónica Palma del 5 de junio de 2024.pdf; 2) Reporte Parcial de resultados AGA.rar; 3) Borrador Infome Consolidado.pdf; 4) Informe final Dinámica Glacial.pdf; 5) Area urbana LB y Sitios Prioritarios.kmz

Estimados,

Junto con saludar, se envía oficio y los respectivos antecedentes para colaborar en el contexto del “Procedimiento de determinación de sitios prioritarios de la estrategia nacional de biodiversidad y estrategias regionales de biodiversidad de la macrozona norte, que pasarán a regirse por lo establecido en la ley N°21.600”.

Por favor acusar recibo e informar a quién fue derivado.

Muy cordiales saludos,

**Daniela Alejandra Cortés Araya**  
**Departamento de Medio Ambiente**  
**Dirección de Sostenibilidad**

Fono:

Encuétranos en: [Facebook](#) | [Twitter](#) | [Instagram](#) | [Youtube](#)

**De:** [Veronica Paola Palma Posada](#)  
**Asunto:** Informa sobre periodo de recepción de antecedentes para la determinación de sitios prioritarios a regirse por lo establecido en la ley N° 21.600  
**Fecha:** miércoles, 5 de junio de 2024 12:44:03  
**Archivos adjuntos:** [Outlook-otc1y4ia.png](#)  
[Recep Antecedentes SP\\_RM.xlsx](#)

---

Junto con saludar, por instrucciones de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Metropolitana de Santiago, tengo a bien informar sobre **“Procedimiento de determinación de sitios prioritarios de la estrategia nacional de biodiversidad y estrategias regionales de biodiversidad de la macrozona norte, que pasarán a regirse por lo establecido en la ley N°21.600”**. Al respecto, según Res. Exenta N° 0730 de 2024, con publicación en el diario oficial con fecha 17 de mayo de 2024, da un plazo de 30 días corridos para la recepción de antecedentes sobre la determinación de sitios prioritarios de la Macrozona Centro que pasarán a regirse por lo dispuesto en la ley N°21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y áreas protegidas.

Cualquier persona natural o jurídica podrá, hasta el **17 de junio de 2024**, aportar antecedentes técnicos, científicos y sociales sobre la materia y en particular, aquellos que digan relación con los valores ecológicos de uno o más sitios y sus usos. Dichos antecedentes deberán ser fundados y entregarse por escrito en la Oficina de Partes de la SEREMI del Medio Ambiente, o bien, enviarse en formato digital a la casilla electrónica [dslistasitios@mma.gob.cl](mailto:dslistasitios@mma.gob.cl) habilitada para tales efectos.

Esta es la primera etapa de este procedimiento, asociada a recepción de antecedentes, para luego generar un análisis interno de cada sitio.

Finalmente, señalar que actualmente la región tiene 23 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, para lo cual se debe definir cuáles se regirán por lo establecido en la ley N°21.600, a saber:

*Que, los principales efectos de la declaración de un sitio prioritario en virtud de la nueva regulación que establece la ley N°21.600, se encuentran en el artículo 41; disposición que prohíbe expresamente la "alteración física de los humedales que constituyan sitios prioritarios", y las infracciones que contempla la letra a) de su artículo 116, que dispone como conductas prohibidas en sitios prioritarios: "extraer tierra de hoja o turba; capturar, herir o dar muerte a ejemplares de la fauna nativa; destruir nidos, lugares de aposentamiento, reproducción o crianza, o ejecutar acciones que interfieran o impidan el cumplimiento del ciclo de reproducción de las especies nativas, cortar o extraer ejemplares de especies nativas de plantas, algas, hongos o líquenes; cuando tales acciones produzcan cambios significativos en las características ecológicas del sitio".*

*Una excepción a la conducta infraccional indicada en sitios prioritarios se da respecto de pueblos indígenas, al señalar que: "no se considerará infracción aquella conducta realizada en el marco de aquellos usos o costumbres ancestrales de comunidades indígenas reconocidas en el acto administrativo que establezca alguno de los instrumentos de esta ley, en tanto no constituya un menoscabo a la conservación de la biodiversidad y a la protección del patrimonio natural del país, así como en aplicación de normativa especial en materia de sanidad vegetal y animal y de prevención y combate de incendios forestales"*

Para mayor información, puede visitar el expediente del proceso, que se encuentra en la web del Ministerio del Medio Ambiente: <https://leyparalanaturaleza.mma.gob.cl/> , banner “Instrumentos Ley 21.600”, “Transitorios” y luego “Sitios Prioritarios Macrozona Centro”.

Se adjunta tabla Excel con listado de sitios prioritarios de la Región Metropolitana, con

correspondiente link para su visualización en el portal del Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO), en la que se sugiere incorporar el detalle de la información que será entregada en la casilla de correo, para facilitar su revisión.

Sin otro particular, se despide atentamente,



**Verónica Palma Posada**

Secretaria

Seremi del Medio Ambiente RM

**Ministerio del Medio Ambiente**

**Gobierno de Chile**



## Reporte PARCIAL de Resultados – 14 de Junio de 2024

### 1.- Antecedentes:

- **Nombre del Proyecto:** Cerrando Brechas en la Distribución del Gato Andino (*L. jacobita*)
- **Objetivo del Estudio:** Confirmar la presencia de *L. jacobita* en el S.N. Yerba Loca
- **Entidades Colaboradoras:** Alianza Gato Andino en colaboración con Greenpeace Chile
- **Investigador Responsable:** Bernardo Segura Silva, Alianza Gato Andino
- **Autorización del Proyecto:** OFICIO DAEP No 0266 / 2023 de la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea

### 2.- Contexto:

El siguiente reporte parcial se presenta a solicitud de la Dirección de Sostenibilidad de la IM de Lo Barnechea. Mediante correo electrónico con fecha lunes 10 de junio de 2024, se solicitó compartir la siguiente información:

- Informe con las coordenadas de los puntos de presencia de gato andino (*Leopardus jacobita*), puma (*Puma concolor*) y de otras especies de fauna nativa que hayan capturado; además de las fotografías capturadas por las cámaras.
- Datos de los horarios de estos hallazgos y frecuencia de avistamiento en caso de que los tengan.

Dada la solicitud de respuesta para el viernes 14 de junio de 2024, enunciada en el mismo correo, lo cual brinda escaso margen de tiempo a los investigadores para responder en tiempo y forma, y dado que la solicitud de información no estaba programada con antelación, se brinda un informe parcial. Este documento en ningún caso constituye la totalidad de la información o hallazgos que podrán ser expuestos al terminar el estudio.

### 3.- Objetivos del Estudio

El gato andino (*Leopardus jacobita*) es uno de los felinos silvestres más amenazado y menos conocido de las Américas y el planeta en general. En el contexto del programa “en el campo 24/7” de la Alianza Gato Andino, el presente estudio busca los siguientes objetivos:

**Objetivo general:** Cerrar brechas en la distribución espacial del gato andino, intentado confirmar su (probable) presencia en el predio de Yerba Loca, mediante el uso de cámaras trampas y análisis genético de muestras (heces u otras).

#### **Objetivos específicos:**

1. Obtener información sobre la ecología del gato andino.
2. Aportar con información genética para mejorar estrategias de conservación en cuanto a las Unidades Evolutivas Significativas ya identificadas por AGA.
3. Evaluar conectividad entre poblaciones.
4. Identificar amenazas locales para su conservación.
5. Obtener fotos y videos para difusión y educación ambiental



#### **4.- Metodología:**

La metodología del estudio corresponde a la prospección mediante la instalación de cámaras trampa y búsqueda de material genético en lugares del predio que cumplen con alta probabilidad de presencia de gato andino. En particular, se instalaron cámaras en lugares que maximizan la probabilidad de éxito de captura de imágenes para gato andino, los cuales cumplen en gran parte con las siguientes características:

1. Existencia de roquedales en pendientes mayores a 30° (laderas rocosas)
2. Presencia de letrinas o fecas de pequeños felinos
3. Cuevas o refugios entre las rocas
4. Abundancia confirmada de vizcachas de montaña
5. Fuente de agua como vegas o arroyos en un radio de 1 km

La instalación de las trampas cámara sigue las recomendaciones detalladas en los manuales y protocolos de la Alianza Gato Andino<sup>1</sup> y GEF Montaña<sup>2</sup>.



Imagen 1: Ambiente adecuado para instalación de cámara

#### **4.- Implementación en Terreno:**

Se instalaron 15 cámaras trampa marca Browning modelo Recon Force Elite HP5 Low Glow en 2 campañas, durante los meses de enero y marzo de 2024. El correcto funcionamiento de aquellas cámaras instaladas en enero fue verificado en marzo. Por otra parte, se realizó un terreno durante abril de 2024 enfocado en confirmar el buen funcionamiento de las cámaras instaladas en marzo y revisión de las imágenes de todas las cámaras.

---

<sup>1</sup> Llerena-Reátegui, G., Napolitano, C., & Palacios, R. (2022). Chiapero, F. (Ed.). Protocolo Programa En El Campo 24/7. Alianza Gato Andino. 38 pp.

<sup>2</sup> MMA - ONU Medio Ambiente – CONAF. 2021. Manual de uso de trampas cámaras para el monitoreo de carnívoros nativos y exóticos. Encargado a: M.Sc. Nicolás Lagos Silva. Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente – ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 80pp.



Estudio: Cerrando Brechas en la Distribución del Gato Andino (*L. jacobita*)  
 Reporte Parcial de Resultados  
 Alianza Gato Andino



Imagen 2: Preparación de cámaras en terreno

Los lugares finales de instalación se muestran en la siguiente imagen<sup>3</sup>:



Imagen 3: Ubicaciones cámaras trampa del estudio

#### **4.- Resultados Parciales:**

Los principales resultados a la fecha son:

- Confirmamos la presencia de Gato Andino (*Leopardus jacobita*) en la estación instalada en la posición número 7.

<sup>3</sup> Se adjunta archivo KMZ con los puntos de la instalación.



Imagen 4: *Leopardus jacobita* en estación número 7. En la imagen se aprecia la fecha y hora de la captura.

- Las imágenes muestran presencia de puma (*Puma concolor*) en las estaciones instaladas en las posiciones número 1 y 2.



Imagen 5: Crías de *Puma concolor*. En la imagen se aprecia la fecha y hora de la captura.

B. Segura

---

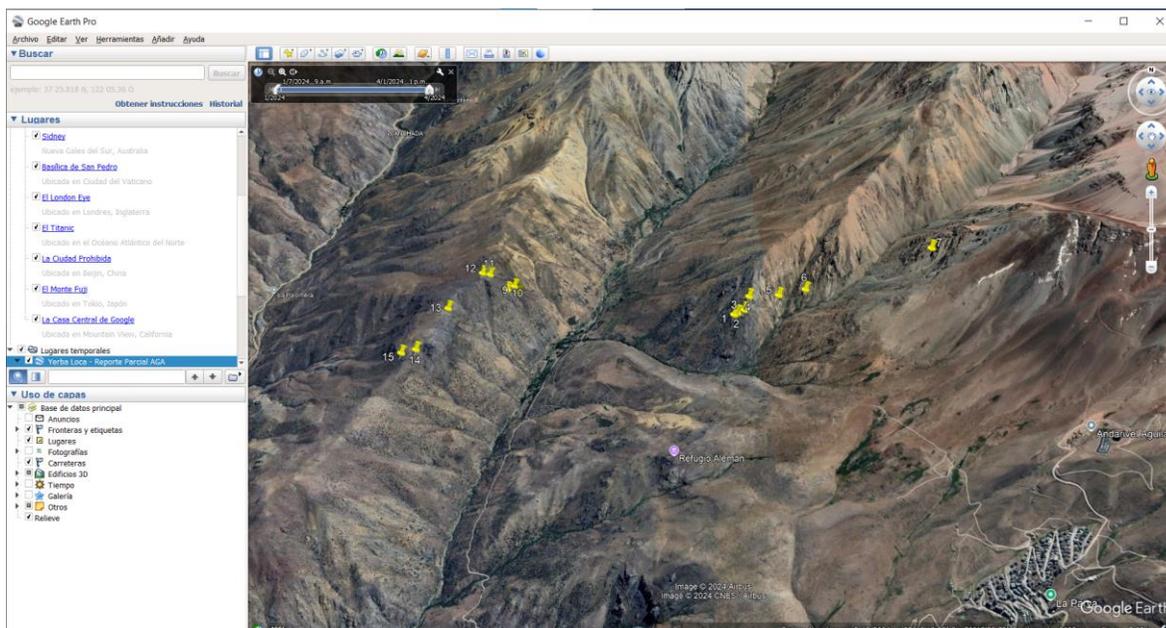
Firma del Investigador Responsable del proyecto  
Bernardo Segura Silva – Alianza Gato Andino  
RUT: 16.389.898-5



## CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Centro 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 de correo electrónico el 17 de junio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

“5 Yerba Loca - Reporte Parcial AGA.kmz “





# VALORIZACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ATRIBUTOS DE LA NATURALEZA EN EL SANTUARIO DE LA NATURALEZA YERBA LOCA, COMUNA DE LO BARNECHEA

## INFORME FINAL

**Preparado para la Municipalidad de Lo Barnechea**

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza

Universidad de Chile

Contraparte Técnica Municipal:

Daniela Cortés Araya

Dirección de Sostenibilidad

Autores: Claudia Cerda, José Osses

**13 de junio 2024**



## CRÉDITOS PROFESIONALES

**Autores:** Claudia Cerda, José Osses.

**Apoyo profesional en análisis de Información cualitativa:** Francisca Rojas.

Apoyo en la realización de encuestas: Gislaine Cancino, Pascal Román, Victor Manque, Valentina Escobedo, Martin Inostroza, Claudia Herrera, José Osses.

BORRADOR



## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b> .....	8
2.1 Objetivo General .....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
<b>3. ÁREA DE ESTUDIO: SANTUARIO DE LA NATURALEZA YERBA LOCA</b> ....	8
<b>4. DEFINICIONES Y MENSAJES RELEVANTES PARA EL ESTUDIO</b> .....	12
4.1 Valoración de servicios ecosistémicos .....	13
4.1.1 ¿Por qué se valoran los servicios ecosistémicos?.....	14
4.1.2 Valoración social de servicios ecosistémicos.....	16
<b>5. METODOLOGÍA PARA EL LOGRO DE OBJETIVOS</b> .....	18
5.1 Identificación de servicios ecosistémicos relevantes y objetos de conservación proporcionados/ presentes por/ en el Santuario .....	18
5.1.1 Identificación de servicios ecosistémicos .....	18
5.1.2 Identificación de atributos de la naturaleza .....	20
5.1.3 Identificación de elementos culturales.....	23
5.1.4 Identificación de actividades y amenazas en el Santuario .....	23
5.2 Valoración social de los servicios ecosistémicos y objetos de conservación identificados.....	24
5.2.1 Validación del listado de servicios ecosistémicos .....	24
5.2.2 Diseño del instrumento/ encuesta principal .....	25
5.2.3 Aplicación del instrumento .....	27
5.2.4 Tabulación y análisis de la información.....	29
<b>6. RESULTADOS</b> .....	32
6.1 Características de los participantes .....	32
6.2 Resultados de la valoración social.....	36
6.3 Recomendaciones para el uso futuro de la información.....	65
<b>7. BASES DE DATOS</b> .....	68
7.1 Visitantes.....	68



7.2 Arrieros.....	68
<b>8. IMÁGENES DE TOMA DE DATOS .....</b>	<b>69</b>
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
Anexo 1. Encuesta a visitantes .....	72
Anexo 2. Encuesta a arrieros .....	72
Anexo 3. Análisis estadísticos modelos logísticos binarios .....	72

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicios Ecosistémicos identificados que se encuentran en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.....	19
Tabla 2. Listado de atributos de la naturaleza identificados en el SNYL. OC=Objeto de conservación.....	21
Tabla 3. Listado de Especies de Flora y Fauna identificadas en el SNYL. ....	21
Tabla 4. Listado de Elementos Culturales identificados en el SNYL. EC: elemento cultural. ....	23
Tabla 5. Listado de Actividades y Fenómenos identificadas en el SNYL. ....	23
Tabla 6. Descripción de las categorías de las respuestas abiertas respecto al lugar de residencia del visitante. ....	34
Tabla 7. Descripción de las categorías de las respuestas abiertas respecto a los motivos por los cuales visita el lugar.....	35

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio: Santuario de la Naturaleza Yerba Loca con sus principales senderos. Elaboración propia. ....	9
Figura 2. Imágenes de aplicación de encuestas a visitantes del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Imágenes autorizadas por las personas. ....	28
Figura 3. Imágenes de aplicación de encuestas a arrieros y ganaderos. Imágenes autorizadas por las personas.....	29
Figura 4. Distribución de Edad de los Visitantes al SNYL. ....	32
Figura 5. Distribución del Nivel Educativo de los Visitantes al SNYL.....	32
Figura 6. Distribución del Tiempo desde la primera visita de los Visitantes al SNYL.....	33
Figura 7. Distribución de la cantidad de visitas anuales de los Visitantes al SNYL	33

Figura 8. Proporción de género entre los Visitantes del SNYL.....	34
Figura 9. Porcentajes de respuestas respecto a si los encuestados participan en alguna organización ambiental o animalista. ....	36
Figura 10. Recuento de Preferencias de los Visitantes de cada Servicio Ecosistémico en el SNYL. ....	37
Figura 11. Índice de Importancia y Promedio de Likert de importancia de los SSEE de los visitantes en el SNYL. ....	37
Figura 12. Índice de Importancia según Tipo de SSEE. ....	38
Figura 13. Promedio en Escala de Likert según Tipo de SSEE.....	39
Figura 14. Comparación del Nivel Educativo en la preferencia por la Conservación de Biodiversidad de Relevancia Social (SSEE N°8). ....	40
Figura 15. Comparación del tiempo (años) desde la primera visita al SNYL en la preferencia por la Provisión de Agua de los Glaciares (SSEE N°1). ....	41
Figura 16. Comparación en la Edad de los Visitantes respecto a la preferencia por el disfrute de un Clima Favorable (SSEE N°3). ....	42
Figura 17. Comparación en la cantidad de visitas anuales al santuario en la preferencia por la Educación Ambiental e Investigación en el SNYL (SSEE N°11). ....	43
Figura 18. Preferencias de los Visitantes hacia los Objetos de Conservación en el SNYL.....	43
Figura 19. Recuento de Preferencias de los Visitantes de cada Especie de Flora y Fauna en el SNYL. ....	44
Figura 20. Dispersión del Índice de Importancia y Promedio de Likert para los grupos de especies de Flora y Fauna presentes en el SNYL. ....	45
Figura 21. Índice de Importancia Ponderada según grupos de especies de Flora y Fauna. ....	46
Figura 22. Promedio en Escala de Likert según grupos de especies de Flora y Fauna. ....	47
Figura 23. Comparación de la proporción de Género en la preferencia por el Puma (Especie N°6) ....	48
Figura 24. Comparación del Número de Familiares en la preferencia por el Zorro Culpeo (Especie N°12). ....	49
Figura 25. Recuento de Preferencias de los Visitantes de los Elementos Culturales en el SNYL ....	50
Figura 26. Índice de Importancia V/S el Promedio de Likert de los Elementos Culturales presentes en el SNYL. ....	51
Figura 27. Valores porcentuales de las distintas percepciones sobre la influencia de diversas actividades o fenómenos que actúan sobre el SNYL. ....	51

Figura 28. Porcentaje de respuestas frente a preguntas y consultas hacia los visitantes del SNYL. ....	53
Figura 29. Porcentaje de respuestas frente a preguntas y consultas hacia los Visitantes del SNYL.....	54
Figura 30. Porcentaje de respuestas frente a preguntas sobre accesibilidad y acceso de los visitantes al SNYL. ....	55
Figura 31. Distribución de Edad de los Arrieros locales del SNYL.....	56
Figura 32. Distribución del Nivel Educacional de los Arrieros locales del SNYL. ..	56
Figura 33. Distribución del Tiempo (años) desde que los Arrieros locales traen sus animales al SNYL.....	57
Figura 34. Distribución de la cantidad del tiempo (meses al año) en que los Arrieros locales llevan sus animales al SNYL. ....	57
Figura 35. Recuento de Preferencias de los Arrieros locales en Servicios Ecosistémicos del SNYL.....	58
Figura 36. Preferencias de los Objetos de Conservación por Arrieros locales en el SNYL.....	59
Figura 37. Relevancias de cada Especie de Flora y Fauna para los Arrieros en el SNYL.....	60
Figura 38. Proporción de Arrieros que consideran o no dañina la acción del Ganado en el Ecosistema. ....	63
Figura 39. Relación significativa inversa entre nivel educacional de visitantes y cultura arriera del área.....	64
Figura 40. Relación significativa inversa entre nivel educacional de visitantes y cultura arriera del área.....	64



## 1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe constituye el producto final del estudio “*Valorización de servicios ecosistémicos y atributos de la naturaleza en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca (SNYL)*” que se desarrolló en el marco del Decreto DAL N°1096 que aprueba el Convenio Marco Prestación de Servicios de Asesorías y Estudios Ambientales sobre conservación de la biodiversidad en la comuna de Lo Barnechea entre la Municipalidad de Lo Barnechea y la Universidad de Chile, suscrito el 7 de agosto de 2023. El estudio se articula con el propósito de poner en valor servicios ecosistémicos y atributos biológicos del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, ubicado en la comuna mencionada.

El análisis de los valores de la naturaleza es hoy en día un imperativo necesario para las políticas públicas, dado que gran parte de los conflictos socio-ecológicos actuales tiene que ver con valores. Además, los contextos urbanos son cruciales para la conexión de los habitantes con la naturaleza, por lo cual resulta clave conocer los valores que diferentes actores atribuyen a estos entornos.

La importancia y utilidad de este estudio, radica en que constituye una línea de base para planificar la educación ambiental en el Santuario Yerba Loca y la comuna. Además, permite obtener información sobre los vínculos que las personas tienen con la naturaleza, y los atributos biológicos que más valoran. Por otra parte, información como la que será obtenida, permite diseñar estrategias de conservación y planificación para la comuna y el Santuario que sean socialmente aceptables. Los enfoques utilizados y los métodos pueden ser aplicados en otros contextos.

La Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, en su espíritu de contribuir a las políticas públicas, presenta los resultados del estudio a partir de los cuales se presentan ejes para fortalecer la conservación del área.



## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 2.1 Objetivo General

Poner en valor los servicios ecosistémicos y objetos de conservación proporcionados y presentes por/en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.

### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar servicios ecosistémicos relevantes y objetos de conservación proporcionados/presentes por/en el Santuario.
- Valorar socialmente los servicios ecosistémicos y objetos de conservación identificados.
- Entregar recomendaciones para el uso futuro de la información.

## 3. ÁREA DE ESTUDIO: SANTUARIO DE LA NATURALEZA YERBA LOCA

El Santuario de la Naturaleza Yerba Loca (SNYL) se encuentra en la Cordillera de los Andes de Chile Central entre los 70.438° a los 70.175° Oeste, y desde los 33.49° hasta los 33.17° Sur en el sector Noroeste de la Región Metropolitana, específicamente en la Comuna de lo Barnechea (Gutiérrez, 1983; MMA, 2020). El Santuario se encuentra dividido por diversos propietarios, tanto públicos como del sector privado, que en total conforman poco más de 39.000 hectáreas, en donde se destacan diversos elementos geográficos relevantes como el Cerro el Plomo y el Glaciar la Paloma (Thienel *et al.*, 2022).

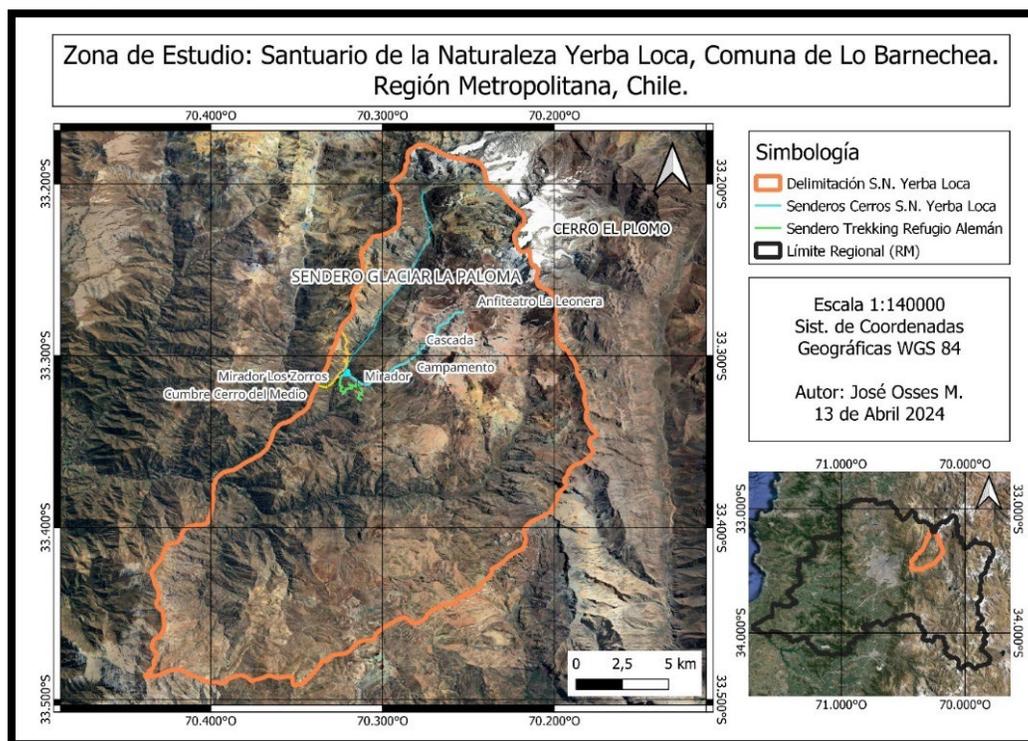


Figura 1. Área de Estudio: Santuario de la Naturaleza Yerba Loca con sus principales senderos. Elaboración propia.

El santuario se encuentra asociado principalmente a la Cuenca del Estero Yerba Loca que debe su nombre a la especie herbácea nativa perenne *Astragalus looseri* spp. (Hierba Loca), planta que crece cerca de los cursos de agua y genera un efecto tóxico a los animales que la consumen (Ginocchio y María de la Fuente, 2022). La cuenca del Estero Yerba loca está relacionada a la cuenca alta del Río Mapocho, las que a su vez forman parte conjunta de la Macrocuena del Río Maipo (Clavero *et al.*, 2022). Es posible observar los reflejos de la historia geológica dentro de la cuenca del Santuario, con distintos gradientes edáficos y geomorfológicos que evidencian distintos procesos geológicos (volcánicos, magmáticos, tectónicos) y fenómenos naturales (acción de glaciares, remociones). Dando cuenta de la evolución de la Cordillera Andina de Chile Central durante los últimos 40 millones de años (Clavero *et al.*, 2022).



En el sector cordillerano bajo del santuario existe un clima mediterráneo cálido de estación seca prolongada, con una temperatura media anual de 14° Celsius. Bajo los 2.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) se mantiene una marcada diferencia entre la estación seca y la estación lluviosa (invierno) (Municipalidad de Lo Barnechea, 2017). Sobre esa altura, las precipitaciones y nevazones ocurren entre los meses de Mayo a Septiembre, con un clima mediterráneo de altura con fuertes variaciones de temperatura a lo largo del año y también entre el día y la noche (Municipalidad de Lo Barnechea, 2017).

El hecho de pueda existir agua fluyendo durante todo el año en la Cuenca del Estero Yerba Loca posibilita una alta biodiversidad de especies (Ginocchio y María de la Fuente, 2022). En ese sentido, las condiciones climáticas extremas en conjunto con las características edáficas particulares de los ecosistemas montañosos del SNYL han permitido el desarrollo de una flora altoandina de gran endemismo, en conjunto con una notable riqueza de especies de Fauna, de las que destacan diversas especies de Reptiles y Anfibios (Ginocchio y María de la Fuente, 2022). Lo anterior justifica la necesidad de conservar los ecosistemas nativos del SNYL en conjunto con las especies nativas y endémicas de flora y fauna que los habitan (Municipalidad de Lo Barnechea, 2017).

Por otro lado, como parte del uso histórico del Santuario, es necesario considerar a las comunidades arrieras, quienes han realizado actividades relacionadas a la crianza de ganado en el sector desde tiempos coloniales, aproximadamente desde el año 1500 hasta la actualidad (Camus, 2022). Los arrieros y vaqueanos han dirigido y trasladado estacionalmente a su ganado por caminos montañosos, utilizando de manera dinámica de los beneficios que provee el SNYL, principalmente con relación a la provisión de forraje como alimento para sus animales (Thienel *et al.*, 2022). Así, se ha logrado mantener un uso histórico anexado al territorio por parte de estos



grupos sociales rurales de arrieros, con una cultura ganadera de montaña extensiva y tradicional, que sigue vigente hasta el día de hoy (Camus, 2022).

Recientemente una de las influencias de mayor relevancia a las que se ha sometido el SNYL corresponde a la actividad minera, figurando como una práctica capaz de generar fuertes impactos (directos e indirectos) sobre elementos importantes dentro del santuario, afectando tanto a las especies de flora y fauna nativa como a los glaciares que mantienen el ciclo hidrológico de la cuenca (Vergara, 2018; Valenzuela-Astudillo, 2020). Esto principalmente se debe al Yacimiento de la Mina Los Bronces, en donde se encuentra un enorme depósito de Cobre no explotado ubicado en el sector sureste del Estero Yerba Loca (sector “La Paloma - Los Sulfatos”) (Ginocchio y María de la Fuente, 2022).

#### 4. DEFINICIONES Y MENSAJES RELEVANTES PARA EL ESTUDIO

En esta sección se dan a conocer definiciones y se presentan mensajes relevantes para propósitos del estudio, de tal forma de facilitar la comprensión del informe.

El estudio adopta el enfoque de Servicios Ecosistémicos (SSEE), el cual ha tenido gran relevancia política y científica en la última década. El enfoque también ha sido relevante y necesario de ser aplicado en espacios de conservación.

El estudio realiza una valoración de tipo social de servicios ecosistémicos y objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.

##### RECUADRO 1. DEFINICIONES RELEVANTES

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS:** “La contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano” (TEEB 2010, Ley 20.600 SBAP), que deriva de funciones ecológicas.

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE PROVISIÓN O ABASTECIMIENTO:** aquellos consumidos directamente por grupos humanos, como agua, alimentos, fibras, madera, entre otros.

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN Y MANTENIMIENTO:** son aquellos que afectan al clima, inundaciones, enfermedades, desechos y/o calidad del agua, entendidos como los que sustentan el ambiente en el cual las personas viven.

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES:** son aquellos que generan beneficios recreacionales, estéticos y espirituales a la sociedad. También se clasifican aquí las posibilidades de investigación, el sentido de pertenencia, la cohesión social.

**BENEFICIOS:** El uso de los servicios ecosistémicos proveen beneficios, tales como: nutrición, salud y placer. En este sentido, éstos pueden definirse como “la ganancia en bienestar que generan los servicios”. Un mismo servicio ecosistémico puede proporcionar múltiples beneficios.

**ATRIBUTOS DE LA NATURALEZA:** especies de animales y plantas, y paisajes que pueden generar beneficios en las personas.

#### 4.1 Valoración de servicios ecosistémicos

Para tomar decisiones apropiadas respecto al uso y gestión de los ecosistemas, su importancia a la sociedad debe ser evaluada. La importancia o “valor” de estos ecosistemas es visto y expresado diferentemente por distintas disciplinas, concepciones culturales, visiones filosóficas y escuelas de pensamiento (De Groot *et al.*, 2006) y por lo tanto no existe una única concepción de valor de los ecosistemas.

*Para trabajar con SSEE se debe tener presente que:*

- 1) *los servicios ecosistémicos vienen desde los ecosistemas generando beneficio al ser humano.*
- 2) *se habla de servicios ecosistémicos cuando los seres humanos, por diversos motivos los usan, valoran o disfrutan para beneficio propio y/o de su grupo social.*
- 3) *cuando no vinculamos a las personas estamos hablando solo de funciones ecológicas y no SSEE.*

De acuerdo con el Millenium Ecosystem Assessment (2003), valoración es un proceso metodológico de expresar valor a servicios ecosistémicos de interés. Ese

*Valorar SSEE tiene que ver con aplicar diferentes enfoques y estrategias metodológicas para comprender cómo las personas se relacionan con la biodiversidad y los SSEE, y cómo diferentes dimensiones de valor (económicas, culturales, sociales) que le atribuyen pueden variar en diferentes contextos y escalas.*

valor se puede expresar en algo que pueda ser contabilizado (ej. dinero), pero también a través de otras medidas que proporcionan otras disciplinas como la sociología, antropología.

La valoración de SSEE ha tenido un gran desarrollo en la última década. Lo primero necesario de comprender, es que valorar SSEE, no es dominio exclusivo de la valoración económica que constituye un proceso cuya

importancia o valor de diferentes SSEE se traduce en unidades monetarias. Muchos



de los trabajos de SSEE han estado dominados por análisis relativos a la estimación de la importancia económica de los servicios (Reyers *et al.*, 2009; Costanza *et al.*, 2014), lo que muchas veces induce a asumir que trabajar con ellos equivale solo a valorarlos económicamente (Redford *et al.*, 2009). Sin embargo, los servicios también pueden valorarse a través de metodologías no económicas que permiten visualizar que las personas también valoran servicios por razones éticas o culturales, tal como se lleva a cabo en este estudio.

#### 4.1.1 ¿Por qué se valoran los servicios ecosistémicos?

Las valoraciones de SSEE constituyen una pieza importante de los procesos de evaluación de estos en la planificación urbana y por lo general son demandas por tomadores de decisión. Cuando se habla de valoración, esto puede ser muy amplio, y dependerá de los datos que se requieran, el tipo de valoración que se llevará a cabo. Cuando los gestores o tomadores de decisión consideran que requieren valorar servicios, es relevante preguntarse para qué y qué tipo de información necesitan, lo cual será determinante para aplicar algún tipo determinado de metodología.

Si no se tienen en cuenta los beneficios que se pierden como consecuencia de acciones antrópicas como el mercado inmobiliario, la minería u otros, estas acciones pueden generar enormes costos sociales y económicos para el país.

La valoración de SSEE y atributos de la biodiversidad como parte de su proceso de evaluación permite fortalecer la planificación territorial en contexto urbano.

Algunas contribuciones de los mecanismos de valoración son las siguientes:

- Tomar decisiones que fortalezcan la conservación de la biodiversidad y la mantención de largo plazo de SSEE.

*En el marco de SSEE, los valores son normas, que permiten juzgar individual o colectivamente, la relevancia social de los servicios (Salles, 2011). Esa relevancia no es la misma para todos los actores y se puede determinar a través de múltiples enfoques, económicos y no económicos.*



- Identificar estrategias que permitan mantener y mejorar las actividades arraigadas en los territorios, de manera sostenible.
- Generar nueva información sobre beneficios de la naturaleza que no son visualizados con estrategias tradicionales de conservación puramente biológica.
- Identificar actores locales, regionales y nacionales que son por una parte afectados por el estado ecológico de los ecosistemas, o que afectan el flujo de SSEE.
- Fortalecer la conciencia social y el apoyo a mecanismos de conservación. Si se demuestra que de la conservación de la biodiversidad depende el flujo de beneficios y consecuentemente el bienestar social, probablemente se logre apoyo social a diferentes mecanismos que pretendan conservar la naturaleza.
- Fortalecer argumentos para conservar: basado en incorporar beneficios sociales, culturales y económicos de la conservación.
- Determinar conflictos y sinergias entre actores en función de cómo valoran diferentes servicios.
- Valorar costos y beneficios de diferentes alternativas de gestión de la conservación.

Claramente el logro de los puntos destacados anteriormente constituye un gran desafío porque se necesita utilizar múltiples perspectivas de valor que los ecosistemas representan para la sociedad. Tradicionalmente, las políticas públicas en contexto ambiental razonan con un set o diversidad muy baja de valores sociales imbricados en los ecosistemas, los cuales variarán, dependiendo del estado ecológico, y el contexto económico, social y cultural. Por lo mismo este estudio contribuye a la visualización de una amplia diversidad de valores de los ecosistemas.



#### 4.1.2 Valoración social de servicios ecosistémicos

Los procesos de evaluación de servicios ecosistémicos son a menudo encomendados para la toma de decisión. Las evaluaciones de servicios pueden tener múltiples propósitos. Estas se emplean como una herramienta relevante para conocer el estado de los ecosistemas, su capacidad productiva y de suministros de servicios, los impactos de las acciones y transformaciones humanas, la demanda social y el flujo desde los ecosistemas a la gente. La evaluación de SSEE permite además estudiar su estado y tendencia bajo distintas estrategias de gestión y la forma en la que estas estrategias afectan al suministro, uso y disfrute de los mismos. Estas evaluaciones requieren de *procesos de valoración de servicios ecosistémicos*. Dentro de la valoración de servicios es posible distinguir tres grandes tipos: valoración biofísica, centrada en el estudio de los componentes y la estructura ecológica de los ecosistemas para estudiar su capacidad ecológica de suministrar servicios; la sociocultural, basada en estudiar los valores y demandas ligadas al uso y disfrute de servicios ecosistémicos desde la perspectiva de distintos tipos de actores sociales; y la valoración monetaria, que traduce a valor económico total el suministro y la demanda de servicios ecosistémicos (Martín-López *et al.*, 2014). A continuación, se describe con mayor detalle cada uno de estos tipos de evaluaciones:

## RECUADRO 2

### TIPOS DE VALORACIONES DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

- **Valoración biofísica** busca estudiar la capacidad del sistema para suministrar servicios. La capacidad depende de las unidades suministradoras de servicios ecosistémicos. Unidades que suministran servicios pueden ser insectos, vegetación, entre otros. Se emplean indicadores ambientales o productivos para calcular el grado de suministro y observar las variaciones en el tiempo de este. Estas valoraciones aportan valores objetivos y precisos del suministro de servicios, pero no tienen en cuenta los potenciales usuarios de estos.
- **La valoración monetaria** expresa en términos de valor económico total los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. La valoración monetaria tiene en cuenta a los potenciales usuarios de los servicios ecosistémicos y además los resultados se expresan en valor económico, que resulta un lenguaje cotidiano, de fácil interpretación y de gran importancia en nuestras sociedades. Algunos aspectos complejos de la valoración monetaria son la complejidad de métodos matemáticos que requiere, tendencia a visibilizar de mejor manera servicios ecosistémicos con mercado por sobre aquellos que no se transan en mercados convencionales, pudiendo infravalorar servicios culturales y de regulación. Además, según como se interprete la información puede utilizarse para la toma de decisiones basada en criterios de costo-beneficio.
- **La valoración social** hace referencia a la valoración no económica de servicios ecosistémicos. Permite comprender las contribuciones de los ecosistemas para el mantenimiento del conocimiento ecológico local, la identidad local y cultural y las relaciones sociales dentro de las comunidades. El foco de este enfoque es por tanto identificar las dinámicas entre los usuarios de los servicios ecosistémicos. La valoración sociocultural se centra en la demanda de los usuarios por los servicios ecosistémicos y trata de explicar qué características sociales o personales guían la percepción y demanda de los servicios. Pueden aplicarse métodos cuantitativos y cualitativos y es la que se utiliza en este estudio.



## 5. METODOLOGÍA PARA EL LOGRO DE OBJETIVOS

A continuación, se presenta la metodología para el logro de cada uno de los objetivos específicos.

### 5.1 Identificación de servicios ecosistémicos relevantes y objetos de conservación proporcionados/presentes por/en el Santuario

#### 5.1.1 Identificación de servicios ecosistémicos

Para este objetivo específico, primero se obtuvo un **listado de servicios ecosistémicos** que fluyen y están presentes en el área. Para ello se llevó a cabo un análisis de la información existente (literatura científica, técnica, gris) y también se trabajó en directa colaboración con la Municipalidad de Lo Barnechea, que proporcionó la información requerida para fortalecer la identificación de servicios. Con esto se obtuvo un **listado preliminar de servicios ecosistémicos** a ser valorados. Cabe destacar que la construcción de listados de servicios ecosistémicos como una etapa inicial del proceso de valoración constituye un mecanismo validado en la literatura científica (e.g. Bidegain *et al.*, 2019).

Los servicios ecosistémicos identificados se organizaron en función de las tipologías propuestas por el Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), es decir, se clasificaron en servicios ecosistémicos de provisión, de regulación y culturales. Además, se proporcionó una definición situada para cada servicio, es decir, fueron definidos considerando el contexto local o el área donde fluyen.

Ejemplos dentro del SNYL de servicios de regulación son la mantención del régimen hídrico y la regulación del clima de la cuenca, entre otros (Ascanio y Orrego, 2022).

Destacan además los servicios de provisión de Agua en la Cuenca y la obtención de productos asociados a la actividad ganadera de las comunidades arrieras (Ascanio y Orrego, 2022).

Finalmente, en los SSEE Culturales destacan por ejemplo la conservación de las especies de relevancia social, la posibilidad de realizar actividades de recreación,

investigación, deporte, y aquellas relacionadas a la cultura de las comunidades arrieras en el santuario (Ascanio y Orrego, 2022).

Por lo tanto, en este estudio fueron considerados 8 servicios Culturales, 6 servicios de Provisión y 5 de Regulación, sumando un total de 19 Servicios Ecosistémicos.

La Tabla 1 a continuación muestra el listado de SSEE identificados clasificados de acuerdo con las tipologías mencionadas.

*Tabla 1. Servicios Ecosistémicos identificados que se encuentran en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca.*

ID	Tipo	Servicio Ecosistémico
SSEE-1	Provisión	PROVISIÓN DE AGUA POR GLACIARES, ESTEROS Y RÍOS
SSEE-2	Provisión	PROVISIÓN DE FORRAJE POR PRADERAS Y HERBAZALES COMO ALIMENTO PARA EL GANADO DE CARÁCTER TRADICIONAL
SSEE-3	Regulación	CONTRIBUCIÓN AL DISFRUTE DE UN CLIMA FAVORABLE POR ACCIÓN DE VEGAS Y VEGETACIÓN
SSEE-4	Regulación	POLINIZACIÓN QUE SE REALIZA PRINCIPALMENTE GRACIAS A LA VEGETACIÓN DE TIPO MATORRAL
SSEE-5	Regulación	CONTRIBUCIÓN DE LA REGULACIÓN DE DESASTRES NATURALES (INUNDACIONES, ALUVIONES) GRACIAS A VEGETACIÓN
SSEE-6	Regulación	PURIFICACIÓN DEL AGUA Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS POR ACCIÓN DE LAS VEGAS
SSEE-7	Regulación	CONTROL DE EROSIÓN DEL SUELO GRACIAS A LA VEGETACIÓN PRESENTE
SSEE-8	Cultural	CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE RELEVANCIA SOCIAL
SSEE-9	Cultural	ANDINISMO Y DEPORTE DE MONTAÑA
SSEE-10	Cultural	RECREACIÓN (CAMPING Y PICNIC)
SSEE-11	Cultural	POSIBILIDAD DE DESARROLLAR EDUCACIÓN AMBIENTAL E INVESTIGACIÓN
SSEE-12	Provisión	POSIBILIDAD DE DESARROLLAR EXPLORACIÓN MINERA SUBTERRÁNEA EN PARTE SUPERIOR
SSEE-13	Provisión	POSIBILIDAD DE DESARROLLAR APICULTURA
SSEE-14	Cultural	DESARROLLO ESPIRITUAL
SSEE-15	Cultural	POSIBILIDAD DE REALIZAR CABALGATAS POR ARRIEROS LOCALES

SSEE-16	Cultural	POSIBILIDAD DE REALIZAR DEPORTES INVERNALES
SSEE-17	Provisión	POSIBILIDADES DE REALIZAR GANADERÍA A TRAVÉS DEL USO DE LA CORDILLERA Y TRASLADO ESTACIONAL DEL GANADO HACIA SECTORES MÁS ALTOS O BAJOS DE LA MONTAÑA PARA ALIMENTAR AL GANADO
SSEE-18	Provisión	ARRIENDOS POR CONCEPTO DE TALA: QUE SUS ANIMALES PUEDAN ALIMENTARSE DE LAS PASTURAS
SSEE-19	Cultural	FORTALECIMIENTO DE LA IDENTIDAD ARRIERA

### 5.1.2 Identificación de atributos de la naturaleza

Respecto a los atributos de la naturaleza, en colaboración con el Municipio de Lo Barnechea, se definieron **animales amenazados** que por una parte pueden ser atractivos para el público que visita el área, así como también animales que no son tan populares, pero pueden ser relevantes ecológicamente (c.ref. Cerda *et al.*, 2019; Bidegain *et al.*, 2023). La selección de atributos de la naturaleza **también incluye especies de plantas y árboles considerados relevantes por el Municipio**. En este contexto, previa investigación sugiere que las personas prefieren animales por sobre plantas y árboles (e.g. Bidegain *et al.* 2023). Sin embargo, otros estudios científicos muestran que cuando animales y plantas son presentados a las personas simultáneamente las plantas son positivamente valoradas por grupos de diferentes características mientras que en la valoración de animales (vertebrados) se observa mayor biodiversidad (c.r. Cerda *et al.*, 2019; Bidegain *et al.*, 2023). De esta manera se consideró relevante indagar en preferencias por diversidad de especies del área, **incluyendo también vegetación**.

Las especies de flora y fauna fueron agrupadas según su Orden, realizando la distinción entre Mamíferos, Aves, Plantas, Reptiles y Anfibios. Con una cantidad total de 26 especies que incluyen 7 Mamíferos, 6 Aves, 6 Plantas, 4 Anfibios y 3 Reptiles (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de atributos de la naturaleza identificados en el SNYL. OC=Objeto de conservación.

ID	Objeto de Conservación
OC-1	BOSQUE DE FRANGEL
OC-2	VEGAS
OC-3	LLARETALES
OC-4	MATORRALES
OC-5	CIPRESES Y PINOS
OC-6	GUAYACANES
OC-7	GLACIARES
OC-8	ESTEROS

Tabla 3. Listado de Especies de Flora y Fauna identificadas en el SNYL.

ID	Tipo	Especies de Flora y Fauna
SPP-1	Anfibios	SAPO DE RULO
SPP-2	Aves	CÓNDOR
SPP-3	Aves	ÁGUILA
SPP-4	Aves	CHURRETE
SPP-5	Mamíferos	CURURO
SPP-6	Mamíferos	PUMA
SPP-7	Mamíferos	GATO ANDINO
SPP-8	Anfibios	SAPO DE MONTE
SPP-9	Aves	LECHUZA
SPP-10	Mamíferos	GATO COLOCOLO
SPP-11	Anfibios	SAPO DE PECHO ESPINOSO DE LA PARVA

SPP-12	Mamíferos	ZORRO CULPEO
SPP-13	Anfibios	SAPO ARRIERO
SPP-14	Mamíferos	VIZCACHA
SPP-15	Reptiles	LAGARTIJA LEOPARDO
SPP-16	Mamíferos	QUIQUE
SPP-17	Reptiles	LAGARTIJA DE SHRODER
SPP-18	Aves	TURCA
SPP-19	Reptiles	MATUASTO DE DARWIN
SPP-20	Aves	TENCA
SPP-21	Plantas	GUAYACÁN
SPP-22	Plantas	CACTUS ESPINOFLORO
SPP-23	Plantas	FLOR DE ÁGUILA
SPP-24	Plantas	GATITO QUISQUITO ESPINOSO
SPP-25	Plantas	SOLDADITO
SPP-26	Plantas	YERBA LOCA

La contraparte facilitó imágenes de las especies para ser incorporadas en el cuestionario de valoración.

### 5.1.3 Identificación de elementos culturales

Dada la relevancia del área, también se decidió incorporar elementos culturales, los cuales fueron sugeridos por la contraparte. Estos fueron los siguientes:

*Tabla 4. Listado de Elementos Culturales identificados en el SNYL. EC: elemento cultural.*

ID	Elementos Culturales
EC-1	SITIOS HISTÓRICOS (Refugios alemán y Von Kiesling)
EC-2	CULTURA DE DEPORTES DE MONTAÑA (montañismo, ski)
EC-3	SITIOS ARQUEOLÓGICOS
EC-4	CULTURA ARRIERA

La contraparte facilitó imágenes para ser incorporadas en el instrumento de valoración.

### 5.1.4 Identificación de actividades y amenazas en el Santuario

El estudio también identificó actividades que pueden modificar o son amenazas para los servicios ecosistémicos y objetos de conservación. Estas fueron las siguientes:

*Tabla 5. Listado de Actividades y Fenómenos identificadas en el SNYL.*

ID	Actividades/Fenómenos
ACT-1	CAMBIO CLIMÁTICO
ACT-2	EFECTO DE LA MINERÍA SOBRE LOS GLACIARES
ACT-3	TÚNEL LOS SULFATOS
ACT-4	NUEVAS RUTAS O CARRETERAS (Ej. cambio de trazado de la ruta G21)
ACT-5	INGRESO DE ANIMALES AL SANTUARIO (que los arrieros puedan ingresar sus animales bovinos, equinos al Santuario)
ACT-6	PERMITIR EL INGRESO DE MASCOTAS AL PARQUE
ACT-7	DESARROLLO DEL TURISMO EN EL SANTUARIO



## 5.2 Valoración social de los servicios ecosistémicos y objetos de conservación identificados

### 5.2.1 Validación del listado de servicios ecosistémicos

El listado de servicios ecosistémicos identificados en la fase anterior fue primero validado por la contraparte y posteriormente en terreno a través de la aplicación de encuestas piloto con visitantes del área. Esta aplicación permitió además determinar percepciones respecto a la capacidad del área del Santuario de provisionar los servicios identificados y robustecer la información para el cuestionario final. Cabe destacar que en el instrumento en ningún momento se utilizó el concepto de servicios ecosistémicos con los participantes dado que este es un término académico y no siempre comprendido por personas sin entrenamiento ambiental formal, por lo cual se habló más bien de beneficios. La encuesta/instrumento piloto fue de carácter semiestructurado breve, e incluyó preguntas cerradas y abiertas. A continuación, se muestran ejemplos de preguntas para los servicios (Recuadro 3):

<b>RECUADRO 3</b>					
<b>Preguntas para validar listado de servicios ecosistémicos</b>					
¿Puede indicar si el Santuario Yerba Loca provee los siguientes beneficios?, donde [1]=no lo provee en absoluto y [5] lo provee absolutamente:					
Listado de beneficios identificados en la Tabla 1	[1] No lo provee en absoluto	[2] No lo provee	[3] Algo lo provee	[4] Lo provee	[5] Lo provee absolutamente
Servicio 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

De los beneficios presentados anteriormente: ¿Puede indicar qué tan relevante considera cada uno? Donde 1=para nada relevante y 5=extremadamente relevante.

Servicio	[1] Para nada importante	[2] Poco importante	[3] Medianamente importante	[4] Importante	[5] Extremadamente importante
Servicio 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Hay alguna otra cosa buena o beneficio que Usted considera que brinda el Santuario a Usted, su familia, o a los habitantes de Santiago en general?

Se aplicó el estudio piloto el 29 de noviembre y 1 de diciembre 2023, a visitantes presentes en el área. Cabe destacar que en ambos días se logró realizar 14 encuestas, dada la baja afluencia de visitantes al lugar. La encuesta fue aplicada a visitantes de más de 18 años, para asegurar una apropiada comprensión del instrumento. La aplicación permitió revelar el buen funcionamiento del instrumento dada la apropiada comprensión de los visitantes, requiriendo ajustes mínimos para la aplicación principal

#### 5.2.2 Diseño del instrumento/encuesta principal

##### 5.2.2.1 Visitantes del Santuario

Se realizó un estudio de preferencias sociales mediante consultas presenciales para la identificación y percepción de los elementos de mayor relevancia en el SNYL, considerando tanto a los visitantes como a los Arrieros locales. Las encuestas estuvieron enfocadas en la valoración social de servicios ecosistémicos (Tabla 1), de objetos de conservación (Tablas 2 y 3), elementos culturales (Tabla 4), y elementos de cambio (Tabla 5).

Se incluyeron preguntas pertinentes a los aspectos demográficos de los participantes (Edad, Nivel Educativo, N° de Familiares, etc.) y consultas sobre sus preferencias,



consultando el grado de importancia/interés de diversos elementos (SSEE, especies, etc.). Se incluyeron también preguntas dirigidas al nivel de participación comunal y a la percepción sobre la gestión del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca y accesibilidad.

Las preguntas se abordaron a través de escalas de Likert con valores de 1 a 5 para saber el grado de importancia de manera estandarizada para los servicios ecosistémicos (1 nada importante, 5 extremadamente importante), agrado para cada una de las especies de flora y fauna (1 desagrada absolutamente y 5 agrada absolutamente) y finalmente, el nivel de interés para los elementos culturales (1 no le interesa nada, 5 interés total). Por otro lado, la escala considerada para las amenazas buscó determinar la percepción acerca del grado de deterioro o beneficio que podrían generar las distintas actividades o amenazas al Santuario mencionadas (1 mucho deterioro, 5 mucho beneficio).

Tanto en el caso de los Objetos de Conservación como los Elementos Culturales se solicitó expresar un orden de preferencias destacando al menos las 3 opciones más importantes, en las que la administración del Santuario debía colocar atención prioritaria. Mientras que, para los Servicios Ecosistémicos y las Especies de Flora y Fauna se permitió elegir hasta las 5 opciones más importantes, dada la mayor extensión de elementos en estos segmentos.

El instrumento además incorporó preguntas abiertas sobre las visiones que tienen los visitantes sobre la relevancia de conservar el santuario, y mejoras que le harían al parque. Además, se preguntó también a los visitantes sobre la percepción que tienen de los arrieros, talajeros y ganadería de zonas aledañas al parque y las visiones que tienen sobre el desarrollo minero respecto a su compatibilidad con la conservación del santuario.



#### 5.2.2.2 Arrieros

La encuesta aplicada a los arrieros siguió la misma lógica de la de los visitantes, pero tuvo algunas secciones más cualitativas. Se les solicitó completar su información personal para los datos demográficos además de preguntas relacionadas a su actividad ganadera en el SNYL. De manera similar, se incluyeron segmentos asociados a preferencias sobre Objetos de Conservación y percepciones acerca de los distintos beneficios que perciben del SNYL. Mientras que para las Especies de flora y fauna se solicitó seleccionar aquellas especies que fueran más relevantes.

Para efectos del estudio enfocado en los Arrieros locales, se destacaron los SSEE mencionados dentro de sus respuestas abiertas, por lo que no se realizó una jerarquización según 1°, 2° o 3° importancia (debido a que no se solicitó destacar los SSEE más o menos importantes). Por otro lado, en los Objetos de Conservación del SNYL si fue posible replicar la jerarquización de elementos según categoría de importancia, mientras que en las especies de Flora y Fauna se consultaron aquellas especies más relevantes o que generaran un mayor efecto sobre los arrieros encuestados o su actividad ganadera en el SNYL, destacando las 5 especies más relevantes con 5 categorías de relevancia (1° Relevancia a 5° relevancia).

Para facilitar la comprensión y situar la entrevista se utilizó un mapa del área diseñado por la contraparte.

### 5.2.3 Aplicación del instrumento

#### 5.2.3.1 Visitantes

El cuestionario se aplicó a visitantes de Yerba Loca de manera personal en el área por estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile exhaustivamente entrenados para ello. Considerando los tiempos y recursos para el estudio, la propuesta original aprobada por el Municipio contempló la aplicación de 150 encuestas a visitantes, cifra que permite abordar la variedad de personas que acceden al parque (c.r. Bidegain *et al.*, 2019). Finalmente fue posible aplicar el instrumento a 159 visitantes. Cabe destacar que

el proceso de aplicación de las encuestas se enfocó los fines de semana dado que durante la semana por lo general había pocas personas.

Los visitantes para entrevistar fueron personas mayores de 18 años, quienes fueron abordados de manera aleatoria. Las imágenes a continuación muestran la aplicación del instrumento a algunos visitantes. Las fotos fueron autorizadas por ellos.



*Figura 2. Imágenes de aplicación de encuestas a visitantes del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Imágenes autorizadas por las personas.*

#### 5.2.3.2 Arrieros

Tal como se comprometió en la propuesta original, se tomaron 12 encuestas presenciales semi estructuradas a integrantes de comunidades arrieras del sector. Esto se llevó a cabo en dos jornadas. La primera se realizó el día 9 de marzo, en el Santuario, donde fue posible entrevistar a 9 personas, y la segunda el día 23 de abril en las dependencias de DIDECO, donde se finalizó el proceso entrevistando a las 3 personas faltantes.

Los contactos con los arrieros fueron apoyados por la Oficina Agrícola de la Dirección de Desarrollo Comunitario de la comuna. El ejercicio fue muy bien recibido por los entrevistados.

Las imágenes a continuación dan cuenta del proceso de entrevistas.



Figura 3. Imágenes de aplicación de encuestas a arrieros y ganaderos. Imágenes autorizadas por las personas.

#### 5.2.4 Tabulación y análisis de la información

En base a las preferencias destacadas por categoría de importancia de los SSEE y especies, se calculó el Índice de Importancia Ponderada (IIP) (Relevancia Ponderada en el caso de las especies en arrieros). En donde a cada 1° importancia se le otorgó un valor de 5, a cada 2° importancia un valor de 4, y continuamente disminuyendo hasta la importancia N°5 con un valor de 1 (sin efecto), sumando los valores de cada categoría en total para calcular el índice final de importancia ponderada.

En el caso de los Objetos de Conservación y Elementos Culturales, al ser un máximo de 3 preferencias, se consideró la 1° Importancia con un valor de 3, la 2° Importancia de valor 2, y 3° Importancia con 1, con el fin de mantener la escala de importancia en los respectivos índices.

Mediante esta metodología, fue posible ordenar los datos de manera jerarquizada, destacando aquellos elementos que hayan sido considerados más veces dentro de las importancias más altas (primeras importancias). Entregando un resultado gráfico más representativo y concluyente de las preferencias de las personas en cada segmento.



Se contrastaron en los resultados los índices de importancia ponderada en conjunto con los promedios de la escala de Likert, generando gráficos para cada segmento (SSEE, especies y Elementos Culturales), que permitieron reflejar la dispersión de los valores de Importancia ponderada versus los promedios de la escala de Likert de los distintos elementos considerados.

Para identificar diferencias significativas entre los tipos de SSEE y entre los grupos de especies de Flora y Fauna se realizaron pruebas estadísticas considerando los Índices de Importancia y los promedios de Likert en cada segmento.

Para lo anterior, se realizaron pruebas de significancia para conjuntos de datos no paramétricos, en este caso mediante el Test de Kruskal-Wallis, utilizando los paquetes "stats", y "tidyverse", en R. Obteniendo así el Chi-cuadrado, los grados de libertad y el valor-p correspondiente las diferencias de las medias de cada grupo respecto a otro, definiendo el nivel de significancia según si el Valor-p resultase menor a 0,1 (casi significativo), menor a 0,05 (Significativo), menor a 0,01 (bastante significativo), o menor a 0,001 (extremadamente significativo).

En el caso de contar con diferencias significativas entre SSEE o especies, se realizaron estudios "Post-Hoc" para determinar los distintos grupos de datos en cada caso y determinar el valor exacto atribuido a las diferencias significativas entre grupos. Lo anterior se realizó con la utilización de los paquetes "FSA", "rcompanion", "car" y "dplyr" en R. La exposición y los gráficos de la distribución de los datos y sus valores representativos se realizó mediante la utilización del paquete "ggplot2".

Considerando aquellos elementos con un índice de importancia sobre el promedio en SSEE ( $n = 8$ ) y especies ( $n = 7$ ), se formularon modelos de regresión logística binarios para predecir la variable respuesta de la preferencia (sí = 1, no = 0) en los SSEE y las especies según las características demográficas de los Visitantes encuestados. En caso de que en el peso de las variables demográficas (Edad, Nivel educacional, etc.) obtuvieran un Valor-p menor o igual a 0,05, serían consideradas



como variables significativas en reflejo de su evidente influencia sobre el modelo (Amat, 2016).

Con la metodología anterior se destacaron aquellas variables demográficas significativas al momento de definir qué grupos de personas tienden a preferir los principales Servicios Ecosistémicos o especies de Flora y Fauna más relevantes. Definiendo en cada caso el efecto (positivo o negativo) hacia la preferencia de los elementos analizados, realizando las comparaciones correspondientes sobre los efectos significativos de una misma variable sobre distintos SSEE o especies.

Cabe destacar que para el análisis estadístico del Nivel Educativo sobre las preferencias de SSEE y especies fue excluida de la base de datos una respuesta con un nivel educacional no declarado, con un valor asociado igual a 5. Esto ya que se podría condicionar la respuesta del modelo hacia valores más altos, sesgando el efecto del Nivel educacional en la predicción.

En el caso de los arrieros locales, se contrastó la información demográfica respecto de los Visitantes al santuario, identificando también las principales diferencias y similitudes en las preferencias de los Objetos de Conservación y las menciones que realizaran de distintos SSEE, aunque no hayan sido preguntados explícitamente. Por otro lado, particularmente las especies de flora y fauna, al ser un recuento de relevancia hacia los arrieros locales, se tomaron en cuenta las motivaciones de considerar ciertas especies como relevantes, ya que no siempre se incluían por razones positivas hacia los arrieros o sus actividades dentro del santuario.

La información cualitativa tanto para visitantes como arrieros se analizó a través de un análisis del contenido de las respuestas abiertas de tal forma de categorizar las respuestas y agruparlas de acuerdo con sus similitudes. Se calculó la frecuencia de cada una de las categorías y luego se calculó el porcentaje de cada una de ellas.

## 6. RESULTADOS

A continuación, se dan a conocer las características de los participantes, y posteriormente se presentan los resultados de la valoración.

### 6.1 Características de los participantes

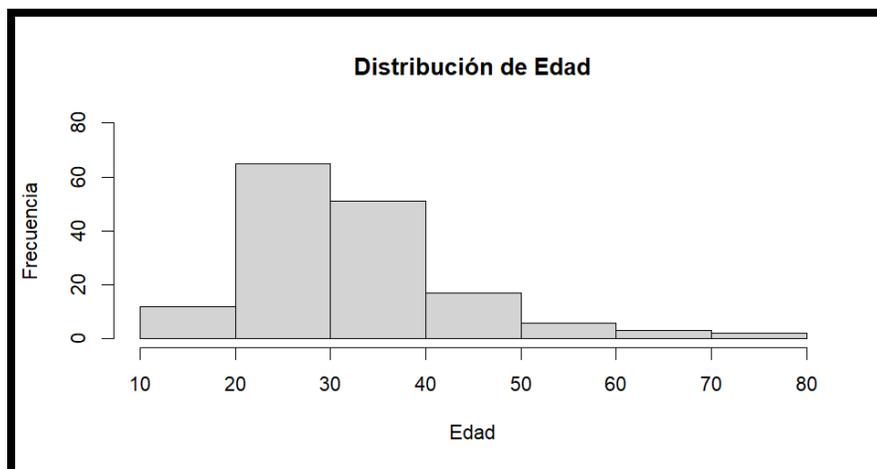


Figura 4. Distribución de Edad de los Visitantes al SNYL.

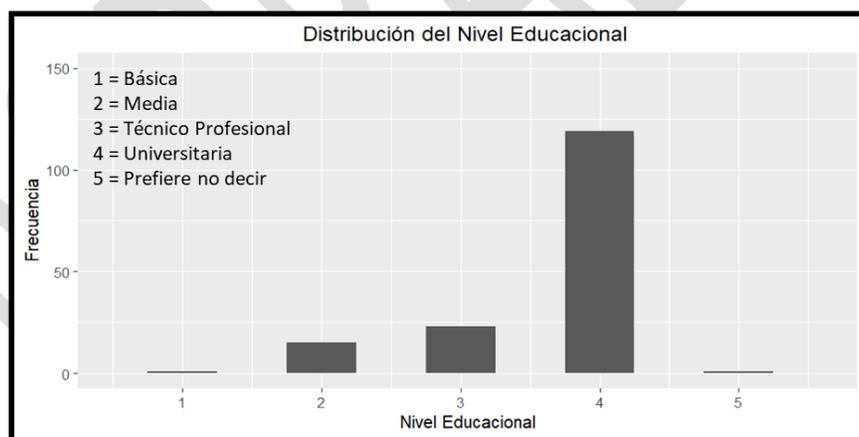


Figura 5. Distribución del Nivel Educativo de los Visitantes al SNYL.

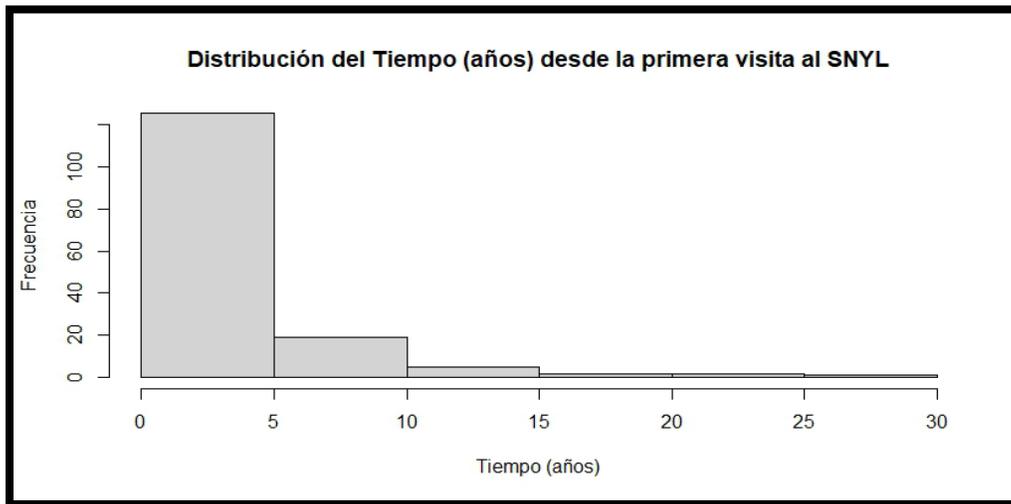


Figura 6. Distribución del Tiempo desde la primera visita de los Visitantes al SNYL.

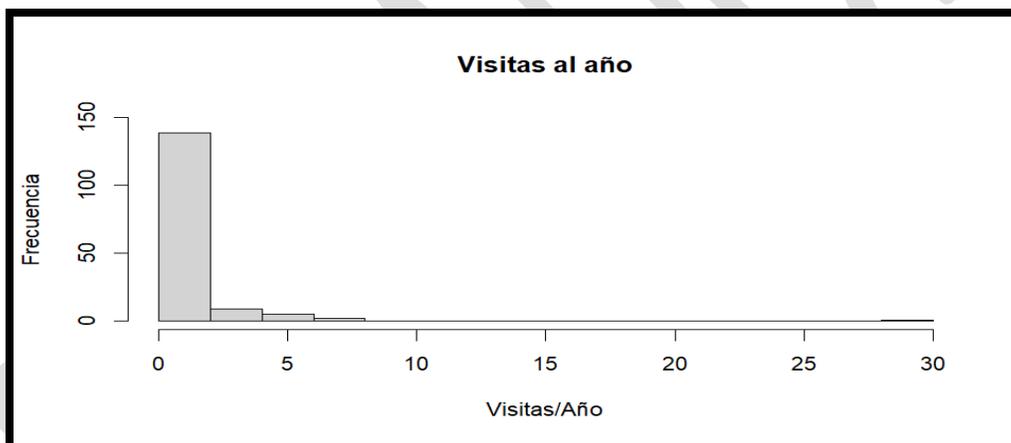


Figura 7. Distribución de la cantidad de visitas anuales de los Visitantes al SNYL

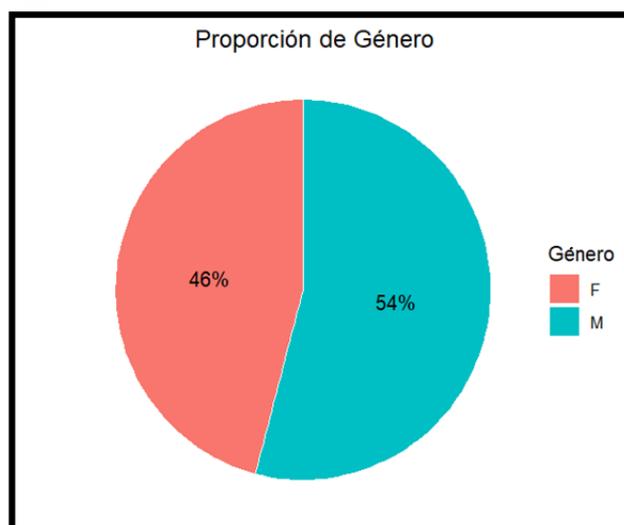


Figura 8. Proporción de género entre los Visitantes del SNYL.

Tabla 6. Descripción de las categorías de las respuestas abiertas respecto al lugar de residencia del visitante.

Categoría	Descripción	Frecuencia (%)
Local	Visitante reside en la misma comuna del SN (Lo Barnechea)	6 (3.7%)
Regional	Visitante reside dentro de la Región Metropolitana (RM)	120 (74.1%)
Nacional	Visitante reside dentro del país, en una región fuera de la RM	10 (6.2%)
No Responde	Encuestado no responde la pregunta	26 (16%)

Tabla 7. Descripción de las categorías de las respuestas abiertas respecto a los motivos por los cuales visita el lugar.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Frecuencia (%)</b>
Accesibilidad	Hace referencia al fácil acceso que tiene el lugar o a la proximidad de Santiago	<i>“por la fácil accesibilidad y posibilidad de poder venir con niños”</i>	<b>4 (2.5%)</b>
Belleza	Hace referencia a la belleza del lugar o al paisaje	<i>“espacio bonito lejos de la ciudad”</i>	<b>6 (3.7%)</b>
Estudios	Hace referencia a motivos de estudio	<i>“terreno universitario”</i>	<b>3 (1.8%)</b>
Naturaleza	Hace referencia al beneficio de estar en contacto con la naturaleza, su riqueza natural, flora y/o fauna	<i>“estar cerca de la naturaleza”</i>	<b>30 (18.5%)</b>
Recreación	Hace referencia a la posibilidad de recrearse, hacer deportes, disfrutar en familia, descansar, desconectarse.	<i>“por la tranquilidad y seguridad que entrega el lugar”</i>	<b>112 (69.1%)</b>
Salud	Hace referencia a los beneficios que trae a la salud y al espíritu	<i>“por salud”</i>	<b>2 (1.2%)</b>
Trabajo	Hace referencia a razones relacionadas con su trabajo	<i>“Dictar clases de cultura ecuestre”</i>	<b>5 (3.1%)</b>

Con respecto a la pregunta sobre si los encuestados participan en alguna organización ambiental o animalista, si bien el 96.3% de los visitantes del santuario no participan, el 3.6% restante corresponde a 6 personas, de las cuales dos pertenecen a organizaciones relacionadas al montañismo, dos relacionada a la educación, una animalista y una de reciclaje (Figura 9).

### Participa en alguna ONG

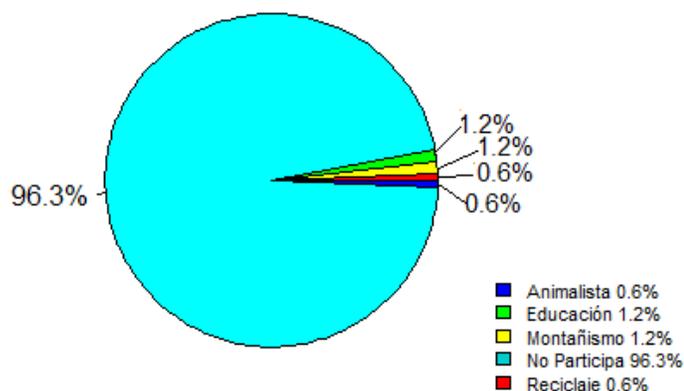


Figura 9. Porcentajes de respuestas respecto a si los encuestados participan en alguna organización ambiental o animalista.

## 6.2 Resultados de la valoración social

### 6.2.1 Visitantes

#### 6.2.1.1 Importancia de Servicios Ecosistémicos

Según las encuestas a los visitantes, el SSEE más importante corresponde a la Provisión de Agua, con el mayor valor en el ranking de IIP (386) y mayor recuento de 1° importancia (58) (Figura 10), además de tener el mejor promedio en la escala de Likert de importancia (4,79). Por debajo se encuentran los SSEE Culturales de Recreación (IIP = 284), la Conservación de Biodiversidad de Relevancia Social (263) y los Deportes de Montaña (240). Siguiendo los SSEE de Regulación como Clima Favorable (168), Polinización (143) y Purificación de Agua (108).

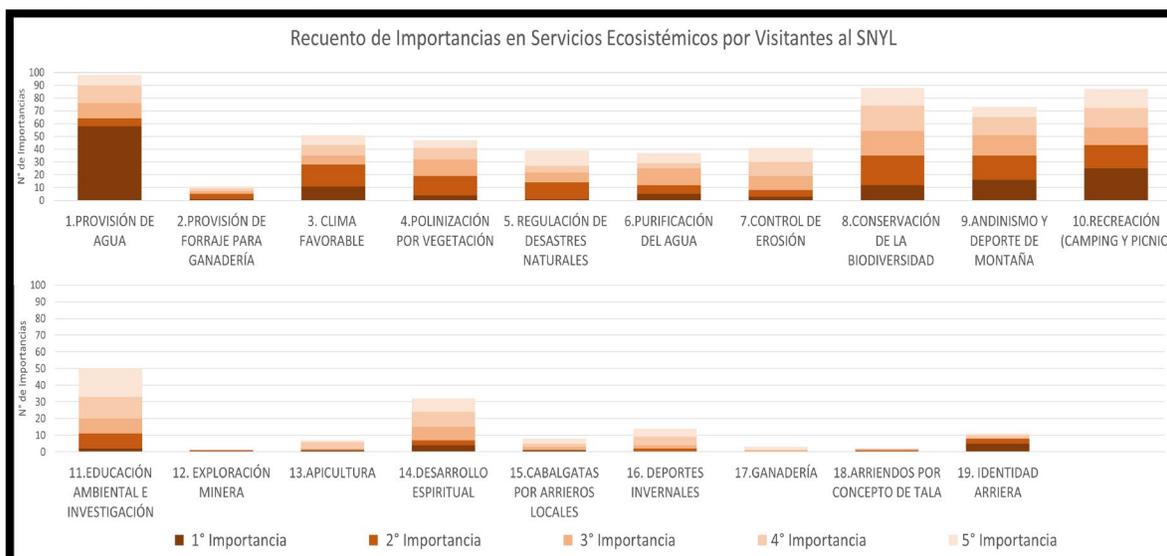


Figura 10. Recuento de Preferencias de los Visitantes de cada Servicio Ecosistémico en el SNYL.

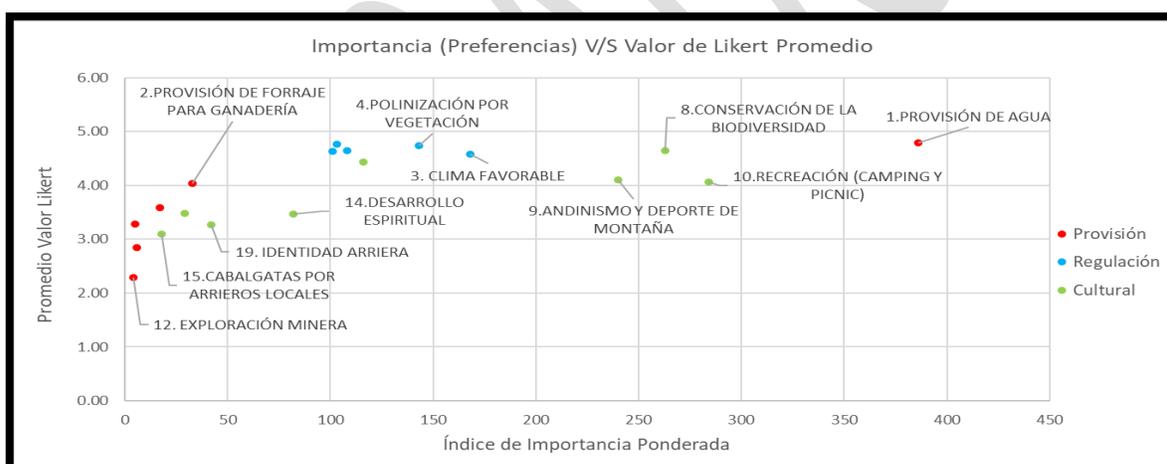


Figura 11. Índice de Importancia y Promedio de Likert de importancia de los SSEE de los visitantes en el SNYL.

La Exploración Minera representa el SSEE menos importante para los visitantes encuestados con una sola preferencia (2° Importancia) y el valor más bajo en el promedio de Likert (2.28). También dentro de los SSEE menos destacados de los visitantes se encuentran aquellos servicios asociados a la apicultura y a los Arrieros locales (tanto en SSEE Culturales como de Provisión) como la Ganadería, la

Identidad Arriera, las cabalgatas y el arriendo por concepto de talaje para los arrieros.

No obstante, es necesario destacar que la Identidad Arriera fue preferida en 11 ocasiones (Ranking N°12 de IIP), ubicándose dentro de los 7 SSEE con más recuentos de 1° de Importancia (5). Esto indica que, a pesar de tener pocas preferencias, fue percibido como un SSEE importante por los pocos Visitantes que si lo incluyeron en sus respuestas.

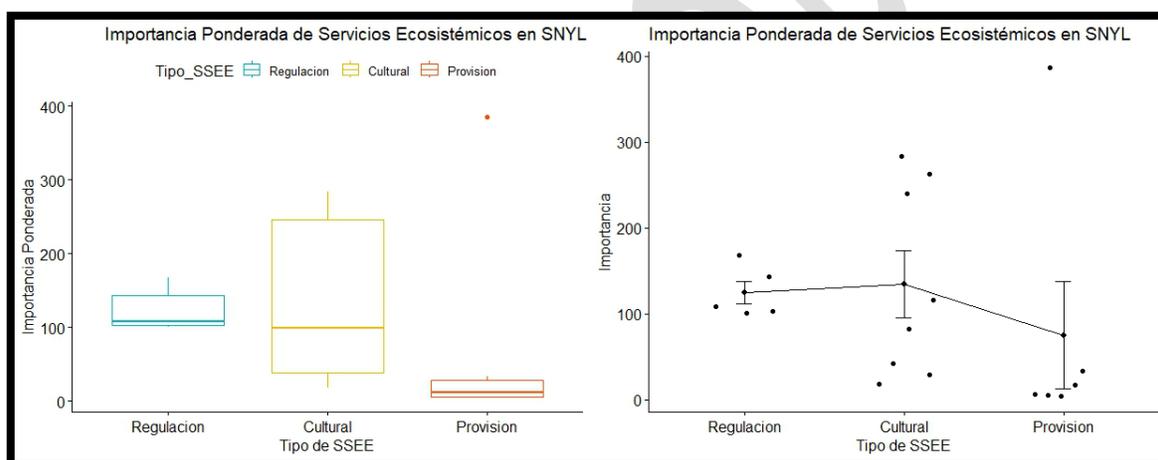


Figura 12. Índice de Importancia según Tipo de SSEE.

La amplitud de los valores para cada Tipo de SSEE en la Figura 12 refleja una dispersión de preferencias notablemente menor en los Servicios Ecosistémicos de Regulación (Polinización, Regulación del Clima, Prevención de Erosión, etc.). En el caso particular de los Servicios de Provisión, se logra ver a la Provisión de agua completamente fuera de rango, debido a que posee el Índice de importancia más alto y con gran diferencia de los demás SSEE de Provisión asociados a los Arrieros y la Apicultura en el SNYL. Esto indica que en los SSEE de regulación y provisión de agua hay pocas diferencias en las preferencias de las personas entrevistadas, figurando como extremadamente relevante para ellas el tema hídrico. Por el

contrario, las diferencias de valoración se dan en los servicios de regulación y culturales.

El análisis estadístico según la prueba de Kruskal-Wallis no estableció diferencias significativas entre los grupos de SSEE para la importancia ponderada (Chi-cuadrado = 4,5; Grados de Libertad (gl) = 2; Valor-p < 0,05). No obstante, a pesar de no llegar a ser significativa, la mayor diferencia se aprecia entre los SSEE de Provisión y Culturales (Valor-p = 0,105), lo que puede verificarse en la Figura 12. Probablemente con una muestra de mayor tamaño podría verse con mayor claridad la significancia estadística.

Por otro lado, para el valor promedio de la escala de Likert, la prueba de Kruskal-Wallis sí estableció diferencias significativas entre los tipos de SSEE (Chi-cuadrado = 6,86; gl = 2; Valor-p <= a 0.05). Por lo tanto, fue necesario establecer qué grupos de SSEE presentaban diferencias significativas entre sí, lo que se logra ver claramente en la figura 13.

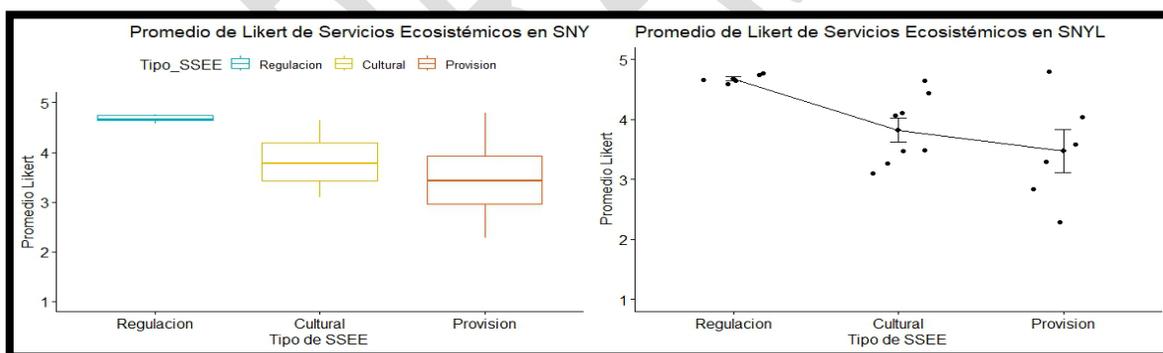


Figura 13. Promedio en Escala de Likert según Tipo de SSEE.

En los SSEE con mejor promedio de Likert, los servicios de Regulación destacan por sobre el resto, con valores altos muy cercanos entre sí (tal como en el recuento de importancias, aunque no tan altos). Siendo los servicios más consistentes y mejor evaluados por los visitantes en términos globales, ya que a pesar de no figurar

dentro de los SSEE más importantes, cada uno de estos SSEE cuenta con un buen desempeño tanto en las importancias como en las escalas de Likert.

En base a lo anterior, los SSEE de Regulación son el grupo de SSEE que se separa del resto en cuanto a su promedio de Likert (a), con diferencias significativas respecto a los Servicios Ecosistémicos de Provisión y Culturales (b) (ambos Valor-p  $\leq 0,05$ ). Dando cuenta de la menor dispersión y mejor valoración general de los SSEE de Regulación (Figura 13). No obstante, es necesario destacar los valores de los SSEE Culturales, con una notable cantidad de Importancias y un mejor promedio de Likert que los SSEE de Provisión, posicionándose como el segundo grupo más importante para los visitantes en el SNYL.

Mediante la calibración de Modelos Logísticos binarios para predecir la preferencia de los SSEE más relevantes, se encontró un efecto bastante significativo ( $p \leq 0,01$ ) del Nivel Educativo en la Preferencia de los SSEE de Conservación de Biodiversidad y de la Posibilidad de realizar deportes de montaña (Anexo 3). Un nivel educativo más alto indicó en ambos casos una mayor incidencia sobre la preferencia (1) de los servicios mencionados, como se puede ver en ejemplo de la Figura 14.

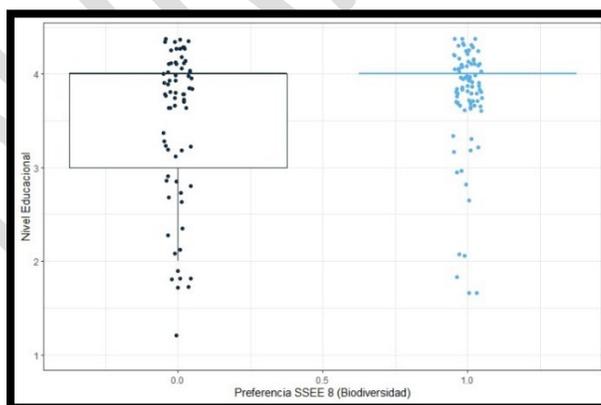


Figura 14. Comparación del Nivel Educativo en la preferencia por la Conservación de Biodiversidad de Relevancia Social (SSEE N°8).

Con relación al SSEE más relevante en los visitantes (Provisión de Agua), el análisis estadístico entregó un efecto significativo (Valor-p  $\leq 0.05$ ) respecto al tiempo (años) desde la primera vez que visitó el SNYL. Cabe destacar que para aquellas personas que fueron encuestadas en su primera visita al SNYL se les asignó un valor de 0 en dicha variable.

En ese sentido, un menor tiempo desde la primera visita al santuario (primera visita más reciente) generó una tendencia positiva hacia la preferencia por el SSEE de Provisión de Agua, como se ve en la Figura 15. El tiempo promedio desde la primera visita en las personas que si lo prefirieron fue de 1.7 años, mientras que para quienes no prefirieron el Servicio Ecosistémico el valor promedio fue de 4.3 años. Lo que puede suponer una mayor tendencia a la mayor preocupación por los temas hídricos entre los visitantes que han conocido el Santuario en tiempos más recientes.

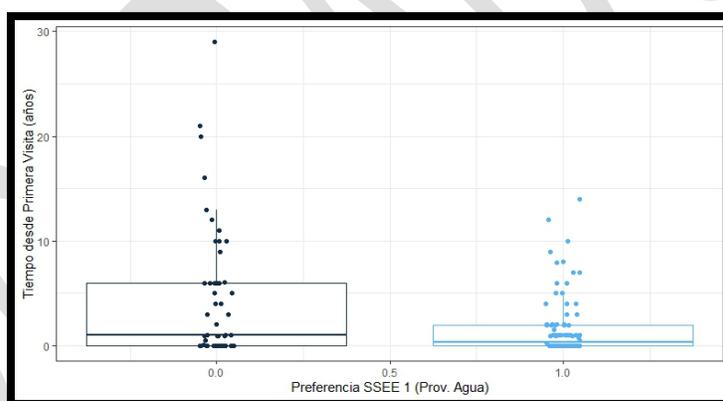


Figura 15. Comparación del tiempo (años) desde la primera visita al SNYL en la preferencia por la Provisión de Agua de los Glaciares (SSEE N°1).

Por otro lado, se observó lo contrario con respecto a los SSEE de Clima favorable y Recreación, con un efecto inverso entre un mayor tiempo desde su primera visita y la preferencia por estos servicios. Sin embargo, el efecto en ambos no fue lo suficientemente significativo (Valor-p  $\leq 0.1$ ) (Anexo 3).

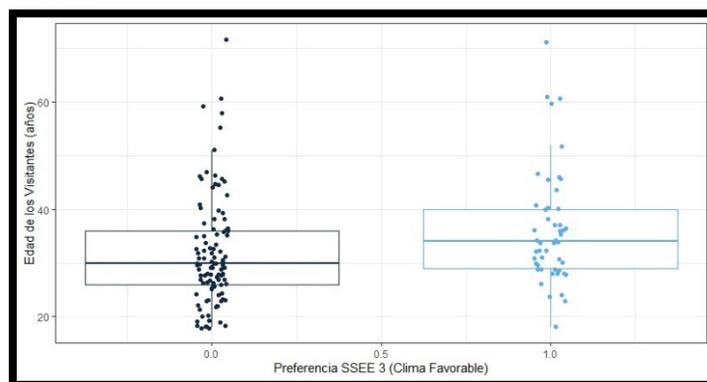


Figura 16. Comparación en la Edad de los Visitantes respecto a la preferencia por el disfrute de un Clima Favorable (SSEE N°3).

Para el caso del disfrute de un Clima Favorable, una variable con efecto altamente significativo en su preferencia fue la edad de los visitantes (Valor- $p \leq 0.01$ ). En ese sentido, la mayor edad influyó positivamente en las preferencias del servicio de disfrute de un clima favorable gracias a las vegas y vegetación en el SNYL, con un promedio de 36 años (sí = 1) respecto de 31 años (no = 0) (Figura 16).

Finalmente, otro SSEE con variables demográficas significativas resultó ser el SSEE N°11 asociado a la posibilidad de desarrollar Educación Ambiental e Investigaciones dentro del Santuario. La cantidad de veces al año que los encuestados visitan el santuario fue significativa y con un efecto inverso sobre la preferencia del SSEE (Valor- $p \leq 0.05$ ), en donde la mayoría de las personas encuestadas que prefieren dicho servicio mayoritariamente suelen visitar el SNYL con menos frecuencia (1 vez al año) que las que no lo prefieren (al menos 2 veces al año) (Figura 17).

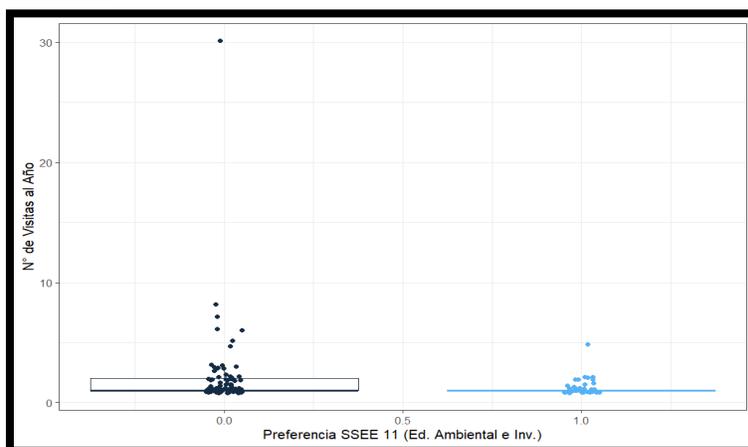


Figura 17. Comparación en la cantidad de visitas anuales al santuario en la preferencia por la Educación Ambiental e Investigación en el SNYL (SSEE N°11).

#### 6.2.1.2 Objetos de Conservación

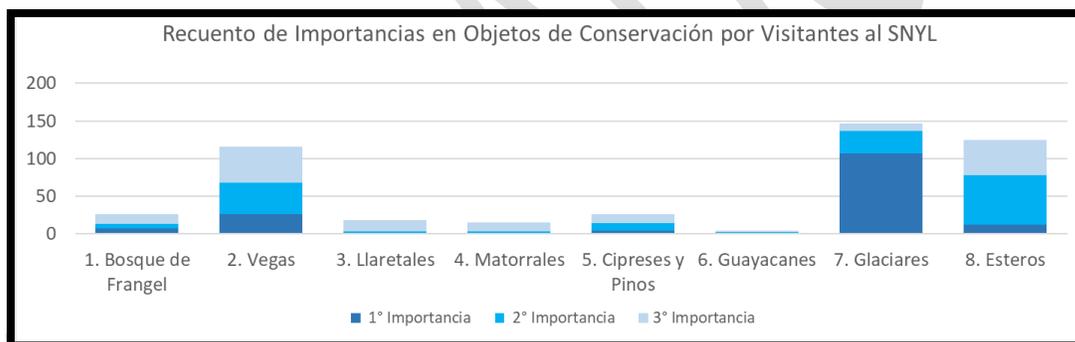


Figura 18. Preferencias de los Visitantes hacia los Objetos de Conservación en el SNYL.

Una tendencia bastante evidente se mantuvo constante en las encuestas, al priorizarse las preferencias hacia los Glaciares (IIP = 391), Esteros (215) y Vegas (210) en la gran mayoría de los visitantes, lo que ubica a estos Objetos de Conservación con gran diferencia sobre el resto (Figura 10). Contrastando con lo anterior, en menor medida pero contando con algunas primeras y segundas importancias, se encuentran los Bosques Nativos de Frangel y los Bosques de Cipreses y Pinos, a pesar de que estos últimos sean bosques plantados con especies exóticas dentro del SNYL.

Entre los OC menos considerados, las formaciones de guayacanes presentes en el SNYL recopilaron la menor cantidad de importancias con tan solo 4 preferencias (IIP = 7). Encontrándose sobre los Guayacanes las formaciones de Llaretas (22) y matorrales (19) con 18 y 15 preferencias cada uno.

Es necesario destacar el hecho de que los Glaciares fueron considerados en casi todas las encuestas, sumando un total de 147 preferencias de las 159 encuestas totales. Representando así el único elemento en ser considerado tantas veces en cualquiera de los otros segmentos (SSEE, especies y Elementos Culturales), obteniendo además el valor más alto del índice de preferencia ponderada (391) con gran diferencia respecto del resto de objetos de conservación.

#### 6.2.1.3 Especies de Flora y Fauna

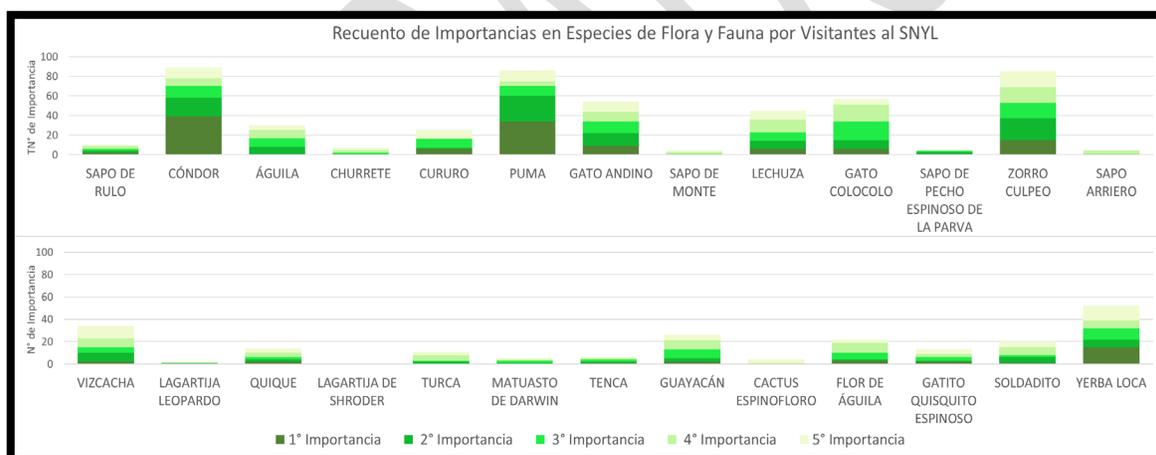


Figura 19. Recuento de Preferencias de los Visitantes de cada Especie de Flora y Fauna en el SNYL.

Según las respuestas de los visitantes, pueden identificarse las 7 especies que logran destacarse por sobre el resto (Figura 19). Entre las tres más importantes se encuentran el Cóndor (IIP = 334), el Puma (325) y el Zorro Culpeo (259), animales emblemáticos y carismáticos que son populares dentro de la sociedad chilena.

Siguiendo en las cuatro restantes el Gato Colocolo y el Gato Andino (163 cada uno), la Yerba Loca (160) y la Lechuza (124).

Por lo tanto, entre las especies más importantes se encuentran dos aves, una de ellas emblemática a nivel nacional, 4 mamíferos nativos (3 felinos y un cánido) y, por otro lado, una especie vegetal nativa, que es la planta que le da el nombre al Santuario de la Naturaleza (Hierba Loca).

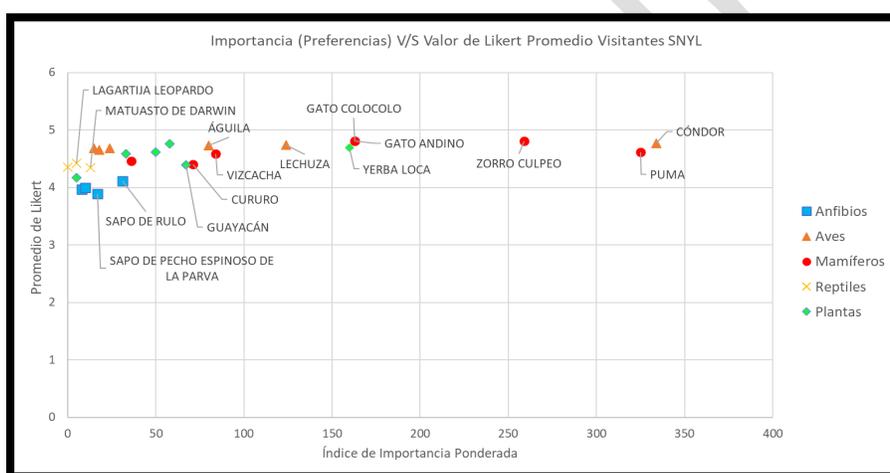


Figura 20. Dispersión del Índice de Importancia y Promedio de Likert para los grupos de especies de Flora y Fauna presentes en el SNYL.

En la Figura 20 es posible diferenciar parcialmente las preferencias entre los distintos grupos de especies, dejando a los Anfibios y Reptiles con valoraciones y recuentos de importancias mucho menores en comparación al contexto general de los demás órdenes de especies.

En ese sentido, la única especie que no rescató preferencias por parte de los visitantes fue la Lagartija de Shróeder (*Liolaemus schroederi*) (Figura 19). Por lo que, a pesar de contar con un Valor de Likert promedio superior al de todos los Anfibios y el del Cactus Espinofloro, su nulo valor en el índice de importancia ponderada (0) la convierte en la especie menos preferida por los visitantes.

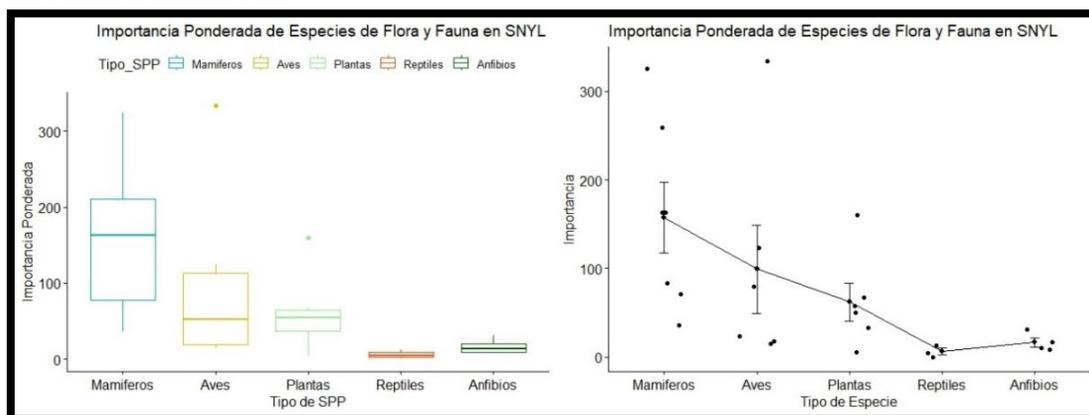


Figura 21. Índice de Importancia Ponderada según grupos de especies de Flora y Fauna.

Según la dispersión de los valores de importancias ponderadas para las especies (Figura 21), se evidencia una gran amplitud de los datos en los mamíferos, variando desde el Puma (86 preferencias) hasta el Quique (14). Para el caso de las Aves y Plantas, en ambos grupos existen especies que se escapan del resto de valores agrupados, siendo el Cóndor el 1° en el ranking (89) y la Yerba Loca la planta con más importancias respecto del resto de las especies vegetales (52).

El análisis estadístico (Kruskall-Wallis) determinó diferencias fuertemente significativas entre los grupos de especies, tanto en el Índice de Importancia ponderada (Chi-cuadrado = 14,35; gl = 4; Valor-p  $\leq$  a 0.01) como en el Promedio de Likert (Chi-cuadrado = 15,23; gl = 4; Valor-p  $\leq$  a 0.01).

Con relación a su índice de importancia, los Mamíferos (a) difieren significativamente respecto del conjunto de especies que conforman los Reptiles y Anfibios (b) (Valor-p  $\leq$  0.05 en ambas). Mientras que las Aves y Plantas integran conjuntamente un grupo intermedio (ab) que no alcanza a diferir en gran medida de las otras especies ya mencionadas. No obstante, vale la pena destacar que las Plantas y Reptiles cuentan con una diferencia que resulta casi significativa (Valor-p  $\leq$  0.1).

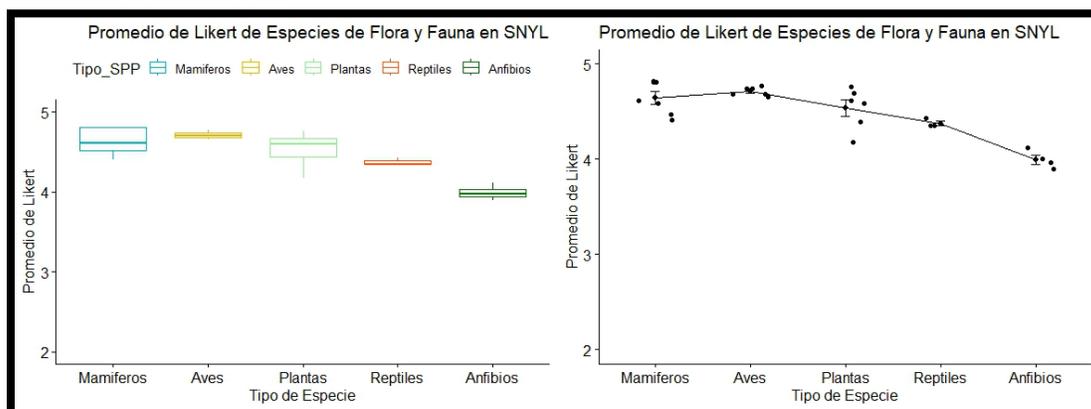


Figura 22. Promedio en Escala de Likert según grupos de especies de Flora y Fauna.

Por otro lado, según la distribución en los promedios del Valor de Likert (Figura 22), se mantiene una tendencia similar a la del índice de importancia ponderada, con los Anfibios figurando entre los grupos de especies peor evaluados, seguidos por los Reptiles.

En este análisis estadístico, se establecieron nuevas asociaciones dentro del conjunto de datos. Las diferencias de mayor significancia se dieron entre los Anfibios (b) y el conjunto de Aves y Mamíferos (a) (Valor-p  $\leq 0.01$  en ambos casos). Con un nuevo grupo intermedio de especies, esta vez integrando a Plantas y Reptiles (ab). Lo que deja a los anfibios como el orden exclusivo de especies con la peor percepción de los visitantes al verse separados de los Reptiles, y definiendo por otro lado a los Mamíferos como las especies mejor valoradas para los Visitantes, seguidos por las Aves.

En base a los modelos de predicción, el Género de los visitantes encuestados resultó una de las variables demográficas de mayor relevancia al momento de definir la preferencia de las especies. El Género fue determinante al momento de preferir especies de gran popularidad como el Cóndor y particularmente el Puma (Valor-p  $\leq 0.05$  y  $0.001$ ), como se ve a continuación (Figura 23).

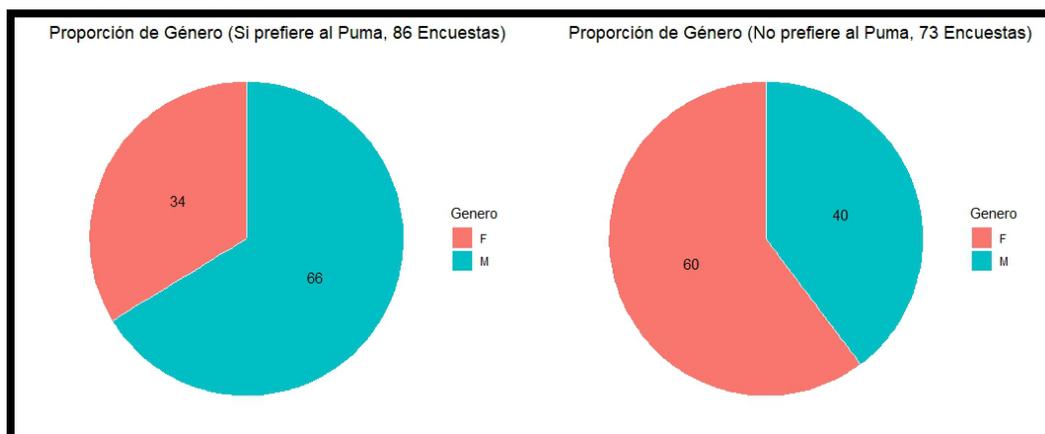


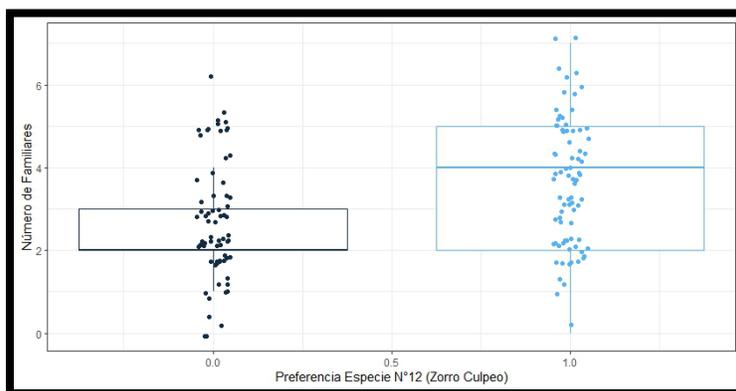
Figura 23. Comparación de la proporción de Género en la preferencia por el Puma (Especie N°6)

Cada comparación se realizó con grupos de personas relativamente similares en tamaño ( $\pm 10$  Personas). A pesar de que en total se encuestó a un número ligeramente mayor de Visitantes masculinos que femeninos, la evidente diferencia entre las proporciones de género entre las preferencias da cuenta de la clara tendencia a preferir estas especies en el público masculino.

Por otro lado, el Número de Familiares de los visitantes resultó ser otra variable relevante, con un efecto positivo significativo (Valor- $p \leq 0.05$ ) en la preferencia por la Yerba Loca y sumamente significativo (Valor- $p \leq 0.001$ ) en la preferencia por el Zorro Culpeo (Figura 24). Ya que, en su mayoría, los grupos familiares se conformaron entre 2 a 5 familiares dentro de los visitantes que sí mostraron su preferencia, mientras que los visitantes que no lo incluyeron mayoritariamente presentaban entre 2 a 3 personas dentro de su grupo familiar.

Se encontraron además 3 especies con influencias significativas respecto al Nivel Educativo de los visitantes: la Yerba Loca, el Gato Andino y la Lechuza. En estos casos una mayor proporción del nivel educativo universitario influyó significativamente (Valor- $p \leq 0,05$ ) y de manera positiva en la preferencia del Gato

Andino y la Yerba Loca. Caso contrario sobre la preferencia de la Lechuza, con un efecto negativo altamente significativo (Valor- $p < 0,01$ ).



*Figura 24. Comparación del Número de Familiares en la preferencia por el Zorro Culpeo (Especie N°12).*

Siguiendo con la Lechuza, las preferencias de dicha especie también fueron influenciadas significativamente por la Edad de los visitantes, en donde las personas de mayor edad seguían una tendencia favorable a su preferencia. Caso contrario con el Gato Andino, en donde los grupos de personas que prefirieron a la especie se constituyó en general por visitantes más jóvenes. En ambos casos se contó con un Valor de  $p$  menor o igual a 0,05.

En base a esto, se puede identificar una completa contraposición entre el efecto de las mismas variables sobre la preferencia del Gato Andino y la Lechuza. En la cual una mayor proporción de personas con un Nivel universitario y una menor edad promedio favorecen la consideración hacia el Gato Andino y al mismo tiempo implican una menor incidencia en la preferencia hacia la Lechuza.

Por lo tanto, se puede afirmar que en la mayoría de los casos los visitantes que prefieren a la Lechuza no prefieren al Gato andino, coincidiendo tan solo en 11 encuestas respecto de las 77 preferencias que suman en total cada especie por separado (43 Gato Andino y 34 Lechuza).

#### 6.2.1.4 Elementos Culturales

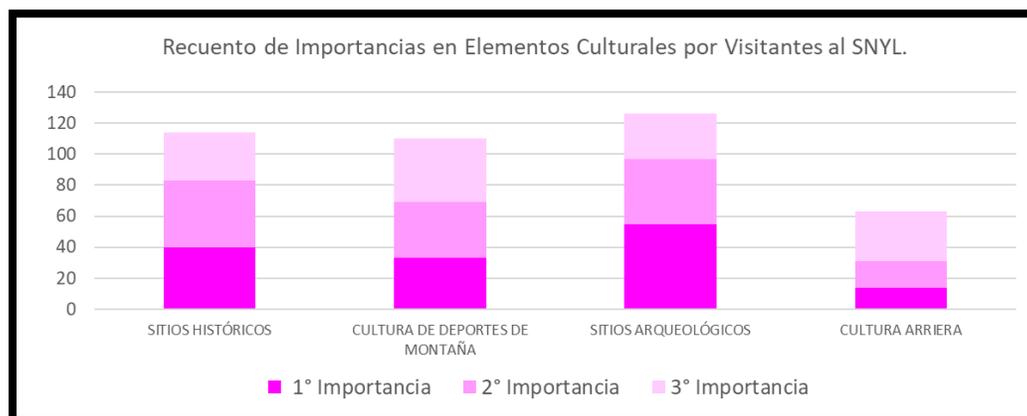


Figura 25. Recuento de Preferencias de los Visitantes de los Elementos Culturales en el SNYL

Según los visitantes, el Elemento cultural de mayor relevancia corresponde a los Sitios Arqueológicos, sumando un total de 126 preferencias (IIP =278) (Figura 25). Esto lo convierte en el segundo elemento con mayor cantidad de importancias entre todos los segmentos después de los glaciares. Luego, con recuentos bastante similares, se encuentran los Sitios históricos (237) y la Cultura de deportes de montaña (212), con más de 110 preferencias cada uno. Finalmente, la Cultura Arriera se establece como el Elemento Cultural menos preferido entre los visitantes (108), aunque sí logra destacarse bastante con 63 preferencias y un recuento de 14 veces como primera importancia.

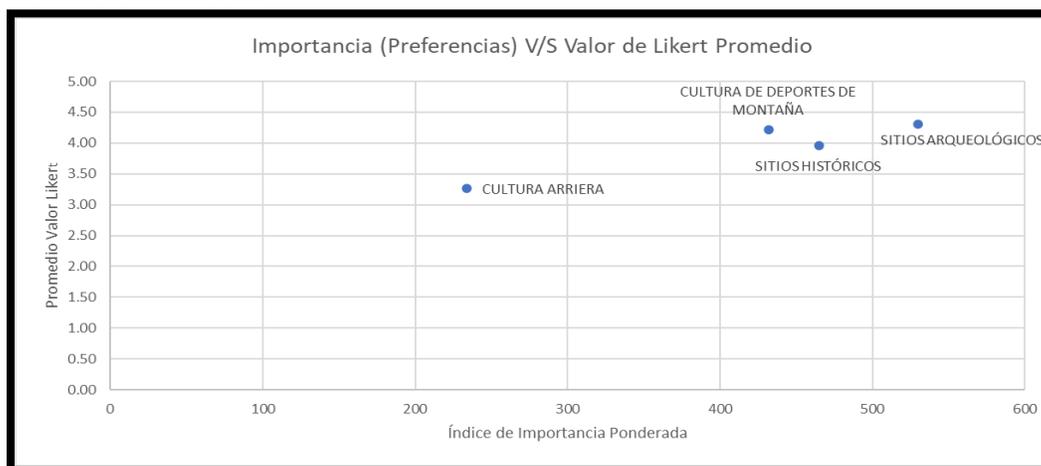


Figura 26. Índice de Importancia V/S el Promedio de Likert de los Elementos Culturales presentes en el SNYL.

En la Figura 26 es posible evidenciar claramente la preferencia de los visitantes hacia los Sitios Arqueológicos, como también se visualiza una distinción entre la importancia y valoración de la Cultura Arriera respecto al resto de Elementos Culturales. La mayor proporción en las categorías más altas de importancia gatilla una notable separación en el valor del índice de importancia ponderada.

#### 6.2.1.5 Actividades y Amenazas

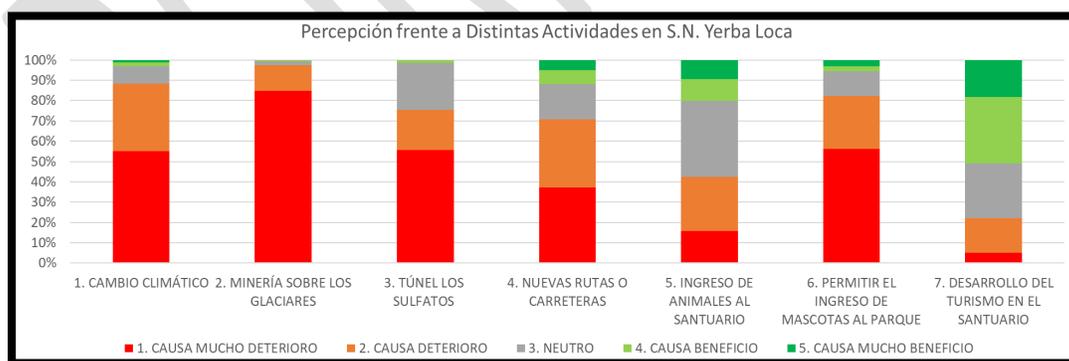


Figura 27. Valores porcentuales de las distintas percepciones sobre la influencia de diversas actividades o fenómenos que actúan sobre el SNYL.



Con respecto a las respuestas sobre la acción de las diversas actividades y efectos a las que se ve sometido el SNYL se observó una gran variación entre actividades (Figura 27). La tendencia más clara se ve en la segunda actividad, relacionada al efecto de la minería sobre los glaciares, que obtuvo la mayor cantidad de percepciones que reconocen un deterioro hacia el SNYL, sumando 20 respuestas considerando deterioro y 134 respuestas mucho deterioro (154 negativas en total).

Además, tanto la minería como el Túnel los Sulfatos resultaron las únicas actividades que no percibieron ninguna respuesta asociada a generar mucho beneficio al santuario. Lo que las determina como las actividades de mayor percepción negativa hacia el santuario según los visitantes al SNYL, con una única percepción beneficiosa hacia la minería y 2 en el caso del Túnel los Sulfatos.

En caso contrario, el desarrollo de turismo en el santuario presentó la mejor percepción en los visitantes, presentando una mayor proporción de respuestas beneficiosas que perjudiciales. El Turismo recopiló la mayor cantidad de respuestas asociadas a mucho beneficio (29) y beneficio (52), siendo además la única actividad en que su efecto positivo supera el 50% de las respuestas.

Por otro lado, el ingreso de animales al santuario no mostró una tendencia clara o una percepción completamente predominante, representando la actividad con mayor equilibrio en su percepción. Dentro de dicha actividad, la causa de deterioro corresponde al segundo mayor recuento con 42 respuestas (por debajo de la opción neutral), y con la opción de mucho deterioro representan cerca del 40% del total de respuestas. No obstante, resulta la segunda actividad con mayor percepción positiva, con 17 respuestas beneficiosas y 15 muy beneficiosas, sumando 32 en total (20%).

Con un ligero aumento en las percepciones negativas se encuentran las nuevas rutas o carreteras y el ingreso de mascotas en el santuario. En ambas situaciones

predominan las respuestas que denotan la causa de algún tipo de deterioro (70% o más), pero manteniendo un pequeño porcentaje de respuestas que las asocian a algún grado de beneficio en el santuario.

Finalmente, se da el caso específico del Cambio Climático como la única influencia externa (a nivel global), teniendo una percepción claramente negativa en el total de visitantes consultados. No obstante, a pesar de tener cerca del 90% de respuestas negativas y más del 50% de las respuestas asociadas a causar mucho deterioro, existen algunos casos que destacaron un efecto beneficioso hacia el santuario, con 5 respuestas positivas en total (3 beneficio, 2 mucho beneficio).

#### 6.2.1.6 Consultas y Percepción del Santuario

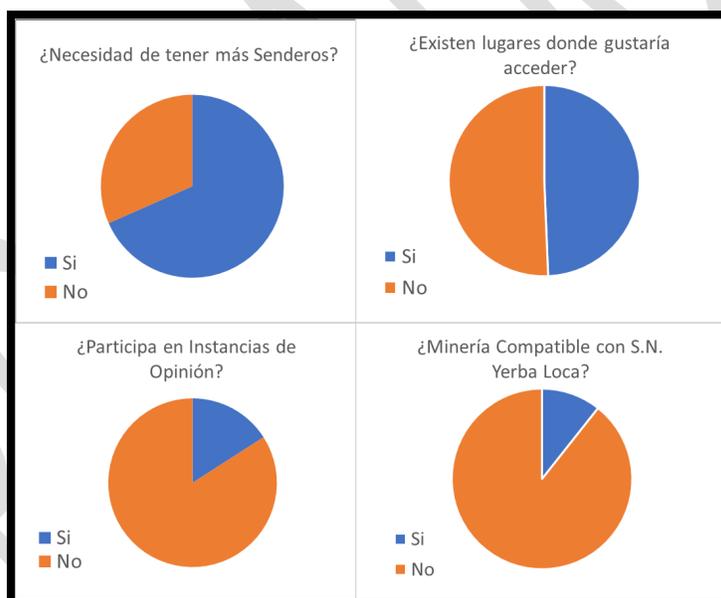


Figura 28. Porcentaje de respuestas frente a preguntas y consultas hacia los visitantes del SNYL.

Frente a las diversas preguntas sobre el estado del SNYL y los grados de participación de las personas encuestadas, la tendencia general fue claramente predominante en la mayoría de las preguntas. Coincidiendo con las valoraciones y percepciones relacionadas a la minería en el resto de segmentos, la gran mayoría de

los participantes consideró a la minería como una actividad no compatible con el Santuario de la Naturaleza YL (90%).

Cerca de la mitad de los visitantes se expresaron respecto a la existencia de lugares dentro del SNYL a los que les gustaría acceder, y más de la mitad mencionó la necesidad de tener una mayor cantidad de senderos dentro del santuario (70%). Por otro lado, del total de personas encuestadas tan solo 25 personas afirmaron participar activamente en instancias de opinión dentro de sus comunas respectivas (16%), lo que se ve reflejado en la Figura 28, con la mayoría de los encuestados admitiendo que no participan regularmente en instancias de opinión. Además, únicamente 15 personas declararon formar parte de alguna organización ambiental o ambientalista (9%).



Figura 29. Porcentaje de respuestas frente a preguntas y consultas hacia los Visitantes del SNYL.

En promedio de 1 a 7, la nota del SNYL por parte de los visitantes fue de 6,3, demostrando un buen estado general del santuario (Promedio 4,3 en la escala de 1 a 5) como se ve en la Figura 21. En una sola ocasión se valoró el estado del santuario como muy mal mantenido, mientras que en la gran mayoría de respuestas restantes se consideró como bien mantenido o muy bien mantenido.

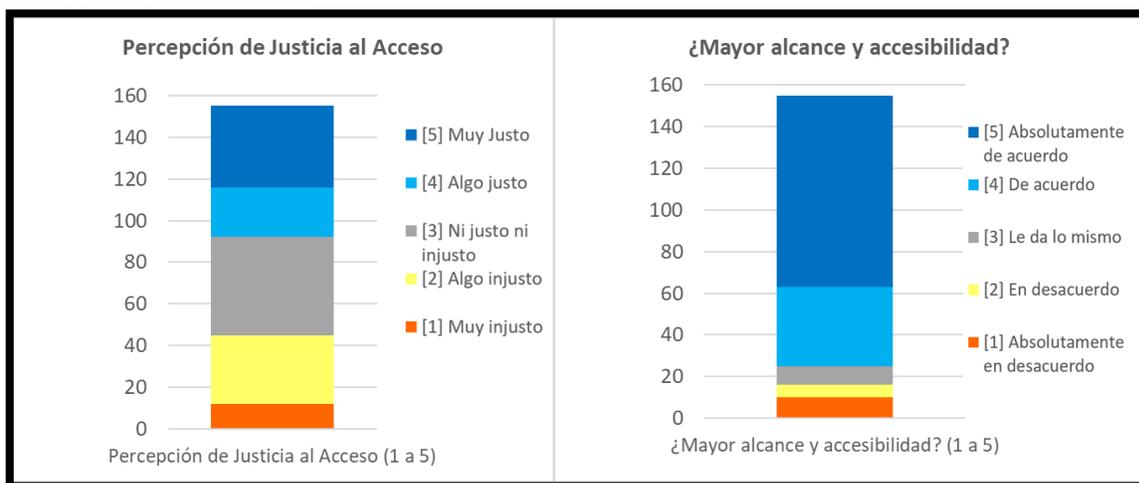


Figura 30. Porcentaje de respuestas frente a preguntas sobre accesibilidad y acceso de los visitantes al SNYL.

Se observó una variada proporción de respuestas en las percepciones de justicia al acceso al SNYL (Figura 30), en donde la respuesta con mayor frecuencia se ubicó en la opción neutra (47), mientras que en segundo lugar se encuentra la opción de un acceso muy justo al santuario (39) y en tercer lugar la opción de acceso algo injusto (33). Lo que indica una leve tendencia hacia una percepción positiva del acceso hacia al santuario hacia los visitantes que llegan de diversas comunas del país, pero que no llega a ser superior al 50% de las respuestas, con una proporción no menor de visitantes que expresan algún nivel de injusticia en el acceso al SNYL.

Caso bastante diferente respecto a la posibilidad de contar con mayor acceso al santuario, en donde la gran mayoría de los visitantes se mostró a favor de la iniciativa, con más de un 80% de respuestas a favor (Figura 30), y muy pocas personas que se mostraron en contra o que no presentaron una opinión al respecto (25).

## 6.2.2 Arrieros locales

### 6.2.2.1 Características de los arrieros entrevistados

A continuación, se presentan las características de los arrieros que estuvieron dispuestos a participar en el estudio.

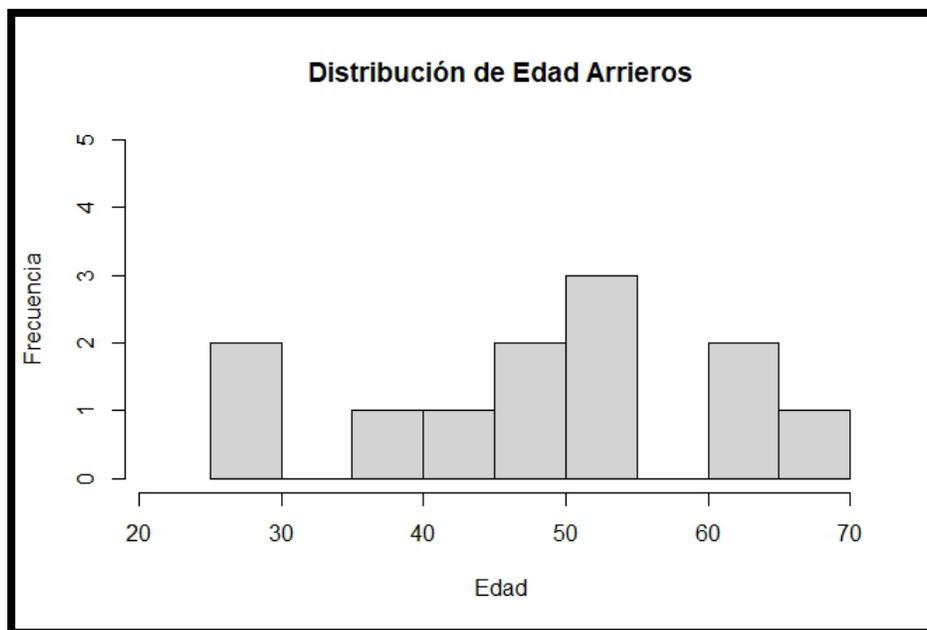


Figura 31. Distribución de Edad de los Arrieros locales del SNYL.

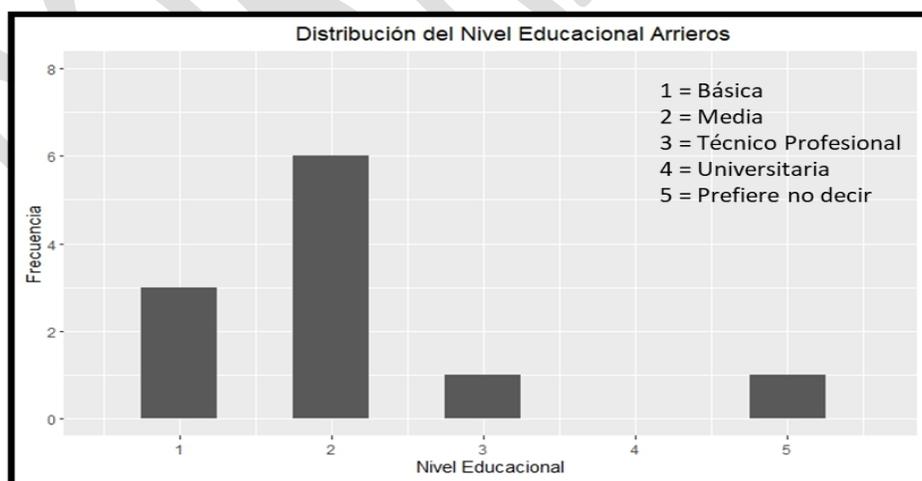


Figura 32. Distribución del Nivel Educativo de los Arrieros locales del SNYL.

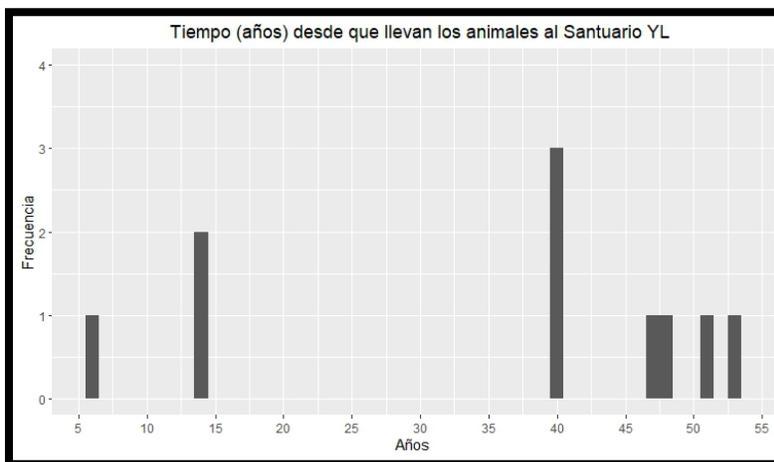


Figura 33. Distribución del Tiempo (años) desde que los Arrieros locales traen sus animales al SNYL.

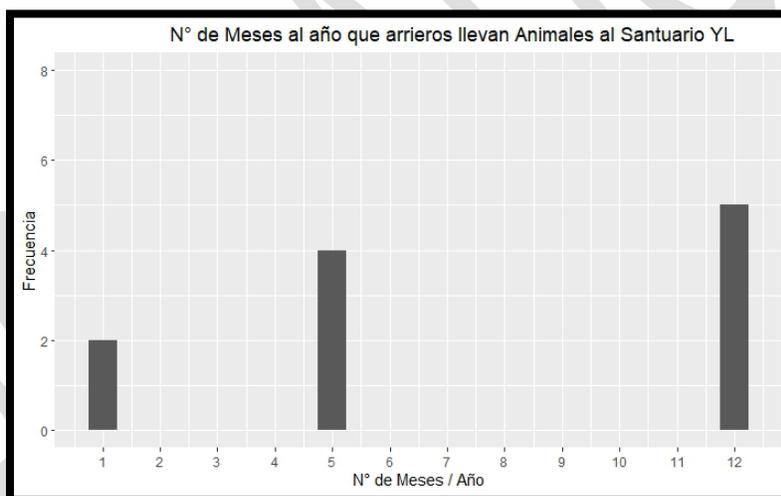


Figura 34. Distribución de la cantidad del tiempo (meses al año) en que los Arrieros locales llevan sus animales al SNYL.

### 6.2.2.2 Servicios ecosistémicos

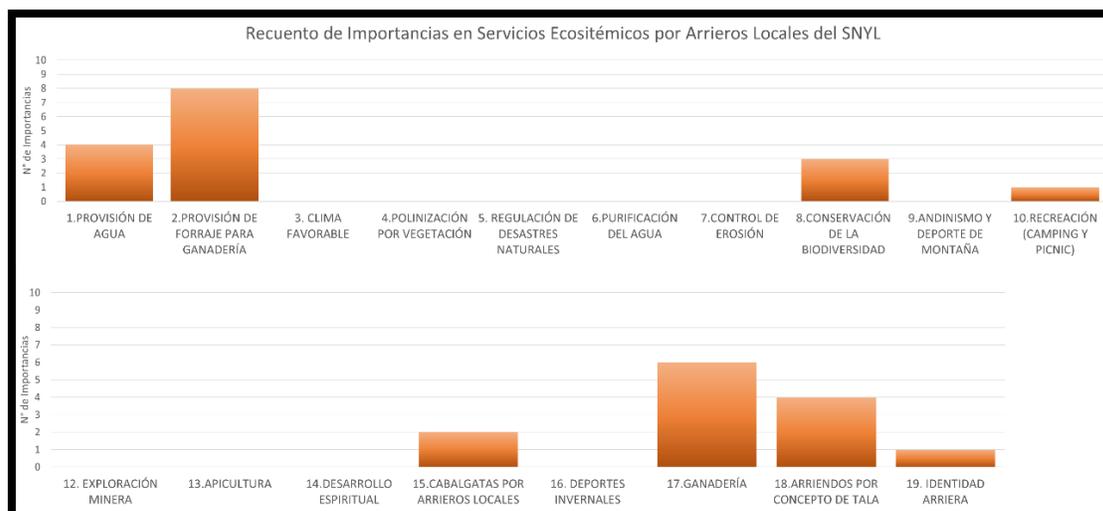


Figura 35. Recuento de Preferencias de los Arrieros locales en Servicios Ecosistémicos del SNYL.

Para el caso de los Arrieros locales, dentro de las 12 encuestas se pudieron identificar diversos SSEE relacionados a sus actividades ganaderas dentro del santuario (Figura 35). Principalmente la provisión de alimento como forraje para sus animales (8 de 12 encuestas) y la misma posibilidad de desarrollar la ganadería en el SNYL (6) se destacan como los SSEE principales.

Con un menor valor de recuentos, pero manteniendo una notable cantidad, se encuentran los SSEE asociados al arriendo por concepto de tala para los arrieros y el SSEE N°1 de Provisión de agua, repitiéndose este último SSEE entre los servicios ecosistémicos más importantes tanto para los Arrieros como los visitantes.

Con los datos obtenidos se puede destacar el hecho de que los arrieros locales encuestados no prefirieron en ninguna ocasión a los SSEE de regulación en el SNYL. Con una completa inclinación a preferir los SSEE relacionados a su propia subsistencia y actividades dentro del SNYL. Dentro de sus preferencias también se incluyeron otros servicios relevantes como la conservación de biodiversidad de

relevancia social, siendo este el SSEE cultural más relevante para los arrieros encuestados (3) seguido por la posibilidad de realizar cabalgatas y en menor medida considerando la propia identidad arriera y la recreación dentro del santuario.

### 6.2.2.3 Objetos de conservación

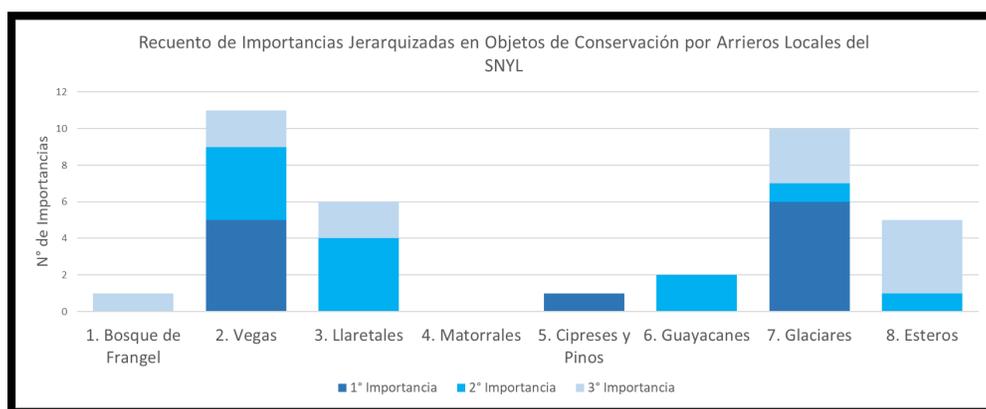


Figura 36. Preferencias de los Objetos de Conservación por Arrieros locales en el SNYL.

Los principales Objetos de Conservación destacados por los Arrieros Locales fueron bastante similares con respecto a los OC de los Visitantes. Ambos grupos de encuestados coincidieron en las Vegas y Glaciares dentro de sus OC más importantes, aunque considerando más a las Vegas (IIP = 25) que a los Glaciares (23). Sin embargo, los Arrieros prefirieron las formaciones de Llaretales (10) dentro del SNYL en mayor medida que a los Esteros (6), lo que contrasta con la amplia cantidad de preferencias de los Visitantes hacia los Esteros, superada únicamente por los Glaciares.

Además, dos de los arrieros encuestados les asignaron la 2ª categoría de importancia a las formaciones de Guayacanes, con una mayor representación general en las preferencias sociales a las formaciones vegetales nativas por parte de los arrieros en comparación con los visitantes. A pesar de que los Bosques de Cipreses y Pinos se eligieron en una ocasión como primera preferencia.

Los Objetos de Conservación menos considerados por los Arrieros encuestados consistieron por un lado en los Matorrales (no consideraron ninguna categoría de importancia), y por otro lado los Bosques de Frangel con una única 3° Importancia.

#### 6.2.2.4 Especies de Flora y Fauna

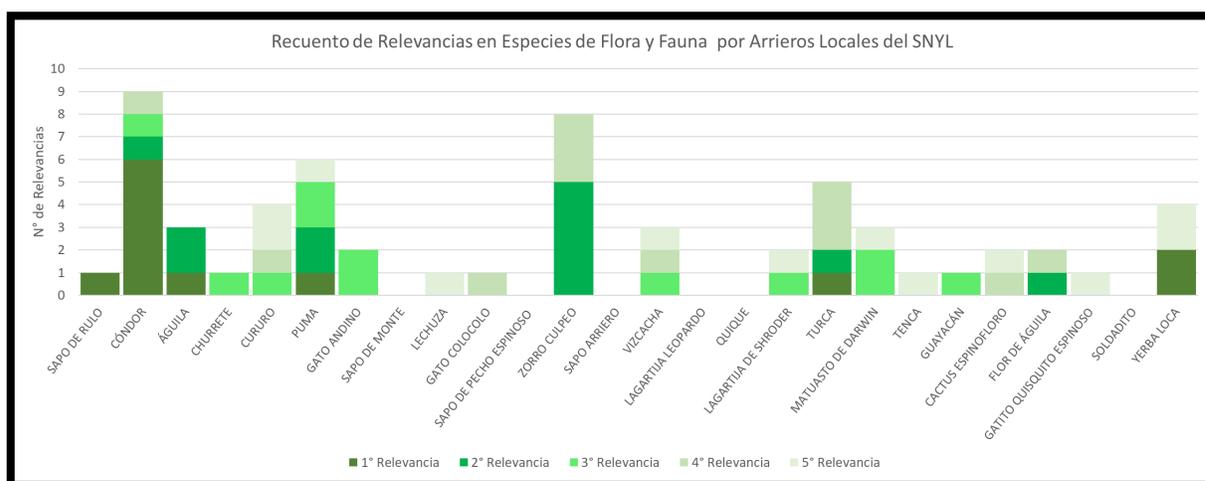


Figura 37. Relevancias de cada Especie de Flora y Fauna para los Arrieros en el SNYL.

A simple vista se puede establecer una tendencia bastante similar con respecto a las preferencias de Especies en los Visitantes y las relevancias de los Arrieros locales. Sin embargo, casi la totalidad de preferencias consultadas a los Visitantes fueron motivadas por el grado de importancia o agrado personal hacia ciertas especies o el estado de conservación o amenaza en el que se encuentran. Por otro lado, en el caso de los arrieros se eligieron las especies en un contexto completamente distinto, ya que se consultó expresamente que eligieran las especies de mayor relevancia para ellos y para la actividad que realizan dentro del Santuario.

En ese sentido, las especies de mayor relevancia para los arrieros no necesariamente son originadas por razones favorables o positivas hacia ellos o hacia su actividad. Como el caso de los Cóndores (IRP = 39) y Pumas (26), que en las encuestas se mencionaron en varias ocasiones atacando a sus animales e impidiendo la crianza



de nuevos terneros o potrillos recién nacidos. También, en contraste con los visitantes, se encontró como una especie de planta relevante a la Yerba Loca (12) pero debido a su efecto tóxico y perjudicial en sus animales al consumirlas, particularmente sus Caballos.

Con relación a lo anterior, se observa el caso del Cururo (IRP = 7) que a pesar de que cuenta con una notable cantidad de relevancias, esta también incide negativamente sobre los Arrieros locales. Según las motivaciones a destacar el Cururo por parte de los arrieros, se mencionó en más de una ocasión que dicha especie genera hoyos e irregularidades en los caminos donde los Arrieros pasan con sus animales, generando problemas de movilidad y tránsito en sus recorridos habituales.

No obstante, a pesar de que algunas de estas especies muy relevantes cuentan con esa distinción negativa, existen otras especies como el Zorro Culpeo (IRP = 26) que coincide positivamente tanto en Visitantes como Arrieros. Principalmente hablando de especies que cumplen funciones ecosistémicas como controladores biológicos de plagas (Ratones, Conejos), estos fueron bien percibidos por los Arrieros locales como es el caso del Zorro, el Gato Andino, Gato Colocolo, el Águila y la Lechuza.

Siguiendo en las relevancias, un Orden que se destaca en los Arrieros más que en los Visitantes corresponde al grupo de Reptiles, en donde ambos suman 5 importancias representando una relevancia no menor en comparación con otras especies de menor categoría de relevancia. En ese sentido, la flora nativa también resultó relevante para los Arrieros, aunque no se les fue asignada categorías muy altas de relevancia, con la excepción del Guayacán (3° Relevancia) y la Flor de Águila (1° Relevancia).

Finalmente, el grupo de especies que tal como en los visitantes mostró una menor relevancia o incidencia que el resto de las especies dentro de las encuestas a los Arrieros fueron los Anfibios. Para este caso particular el único Anfibio mencionado



por los arrieros fue el Sapo de Rulo con una 1° Relevancia, mientras que el resto de los Anfibios (Sapo Espinoso, Sapo de Monte, Sapo Arriero) no fueron mencionados.

BORRADOR

### 6.2.2.5 Otras consultas

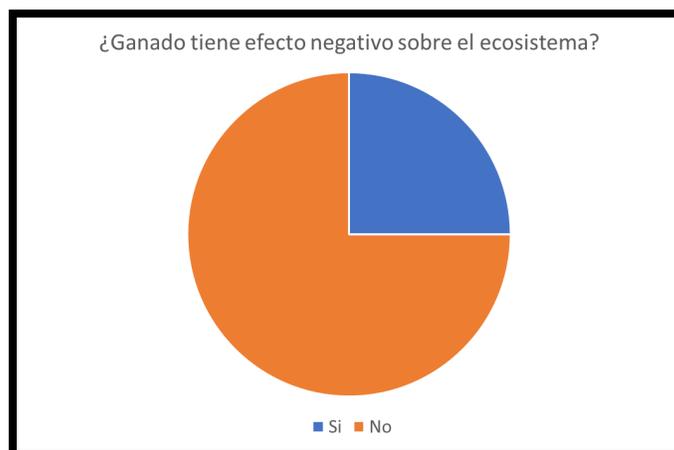


Figura 38. Proporción de Arrieros que consideran o no dañina la acción del Ganado en el Ecosistema.

Finalmente, al momento realizar la pregunta a los arrieros encuestados acerca de si su actividad ganadera genera algún tipo de efecto negativo sobre el ecosistema el 75% de las respuestas afirmaron que la ganadería y los animales ganaderos dentro del santuario generaban exclusivamente efectos positivos (Figura 38). Por lo que la mayoría de los Arrieros encuestados no considera perjuicios o afectaciones al ecosistema por el desarrollo de su actividad en el SNYL.

No obstante, en 3 de las 12 encuestas si se reconoció que la actividad ganadera es capaz de generar daños y efectos negativos al ecosistema si se llega a realizar de manera desmedida o irracionalmente (no inherentemente dañina).

Dentro de las preguntas asociadas a la actividad arriera, casi la mitad de los arrieros encuestados afirmó mantener sus animales en el Santuario durante todo el año, con una menor proporción de arrieros dejando sus animales un par de meses o medio año en el SNYL.

También se analizó qué perfil de visitantes explica la percepción de la cultura arriera en el área. Se obtuvo que personas con mayor nivel educacional, toleran menos a los arrieros dentro del área. Siendo por lo tanto el nivel educacional una variable estadísticamente significativa en este ámbito.

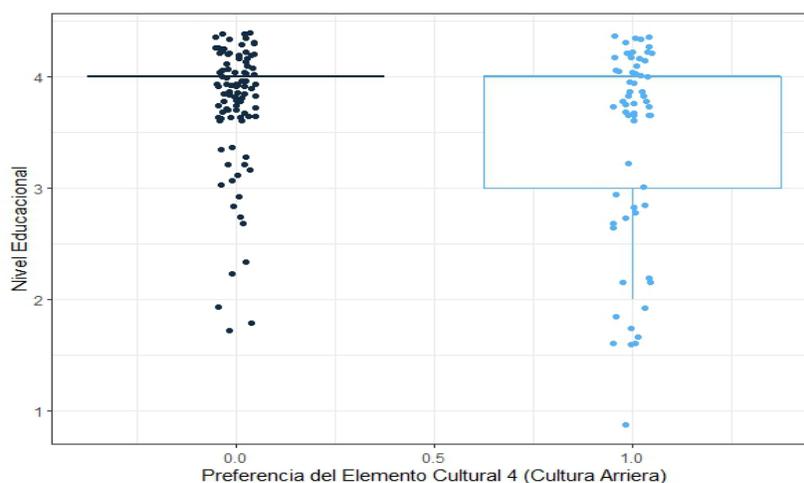


Figura 39. Relación significativa inversa entre nivel educacional de visitantes y cultura arriera del área.

Por otra parte, a pesar de que la visión sobre la minería en el Santuario es en general negativa desde la perspectiva de los visitantes, se obtuvo que las personas con familias más numerosas tienden a tener una visión positiva del desarrollo minero en el lugar.

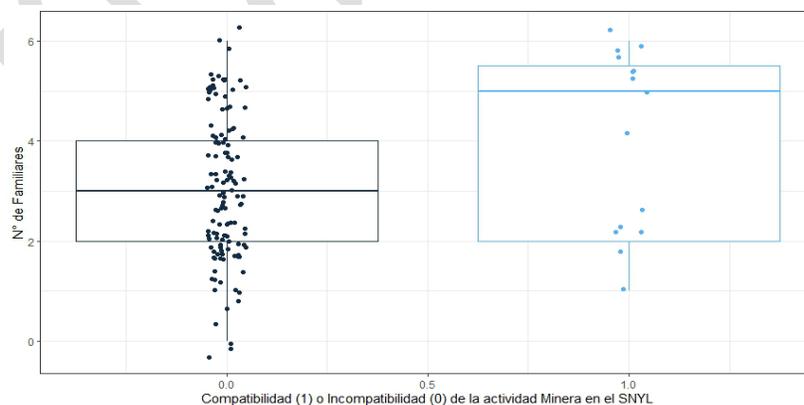


Figura 40. Relación significativa inversa entre nivel educacional de visitantes y cultura arriera del área.



### 6.3 Recomendaciones para el uso futuro de la información

El presente estudio permite visibilizar al Santuario de la Naturaleza Yerba Loca como un sistema complejo de relevancia no solo ecológica, sino que también social. En torno a este santuario se articulan relaciones complejas con la sociedad donde no solo la recreación y el turismo son relevantes, sino que también el arraigo de las comunidades ganaderas con el lugar. Por lo mismo, cualquier estrategia de gestión debe considerar ambos elementos.

El Servicio Ecosistémico de Provisión de agua en conjunto con los elementos que conforman el Régimen y Ciclo Hídrico del Santuario resultan ser elementos transversales de suma importancia entre quienes visitan el santuario y los grupos de arrieros. Con un carácter universal en las preferencias y relevancias observadas que reflejan la gran influencia de los recursos hídricos en los distintos grupos de personas que interactúan con el SNYL. De esta forma, este servicio ecosistémico puede utilizarse como emblema del área involucrando mecanismos de participación de turistas, residentes de los Barnechea y el mundo ganadero.

Lo anterior se vio reflejado tanto en la buena valoración como la alta priorización del Servicio Ecosistémico de Provisión de Agua por los Glaciares. Adicionalmente, como componente fundamental del ciclo hídrico dentro del Santuario, también se observó una gran preferencia por los Glaciares, Esteros y Vegas dentro de los Objetos de Conservación dentro del SNYL.

Los ganaderos tienen preferencias positivas hacia los Llaretas por lo cual se sugiere indagar más a fondo en estudios futuros sobre su vínculo con estas relevantes formaciones. Se visualiza aquí una potencial ventana de oportunidades de colaboración para la conservación de estos atributos biológicos.



Los Sitios Arqueológicos se distinguieron por sobre el resto de los Elementos Culturales, con bastante diferencia respecto a la valoración de la Identidad Arriera por parte de los visitantes.

El nivel educacional fue la variable que más veces reflejó influencias significativas en la formulación de los modelos predictivos de preferencias en los visitantes. La mayoría de las veces influyendo positivamente hacia la preferencia de los Servicios Ecosistémicos y Especies, aunque en el caso de la Lechuza esta influyó de manera negativa. El género de los encuestados en el caso del Puma y el tamaño de los grupos familiares en el Zorro Culpeo, resultaron ser variables sumamente determinantes en la preferencia de los visitantes hacia estas especies. Esto indica que cualquier estrategia de conservación debe tener en cuenta que los animales generan preferencias diversas entre las personas.

Se observó una separación parcialmente excluyente en las preferencias del Gato Andino y la Lechuza, en donde quienes prefieren a la Lechuza en su mayoría no prefieren al Gato Andino y viceversa. La dualidad entre estas preferencias puede verse explicada por la influencia significativa observada en el nivel educacional en conjunto con la edad de los visitantes. En donde al tener valores más altos en dichas variables se favorece la preferencia del Gato Andino y disminuye en el caso de la Lechuza, actuando bidireccionalmente entre estas dos especies. Otros estudios (e.g. Cerda *et al.*, 2019) han encontrado que especies de lechuzas tienen alta relevancia cultural para comunidades locales en Chile central, lo cual implica que esta especie puede ser relevante para motivar a los arrieros en ejes de conservación del área.

Las tendencias sociales en las preferencias de los Arrieros locales se vieron caracterizadas por una clara preferencia en destacar los SSEE de Provisión más que los Culturales, con nula consideración hacia los Servicios Ecosistémicos de Regulación dentro del Santuario. Caso contrastante con los Visitantes del Santuario, que destacaron a los SSEE de regulación como el grupo de servicios ecosistémicos



mejor valorados en términos generales y de mejor desempeño global en valoraciones e importancias, con notables excepciones en SSEE Culturales y particularmente la Provisión de Agua. Esta tendencia ya ha sido encontrada en otros estudios (e.g. Bidegain *et al.*, 2019) que muestran que actores urbanos que hacen turismo en espacios naturales, así como profesionales de la conservación se inclinan a favorecer como más importantes servicios de regulación, mientras que actores locales con un vínculo de vida directo con los ecosistemas visualizan servicios de provisión y algunos culturales como los más relevantes. Por lo mismo, si se desea involucrar en la gestión del área a los arrieros, traer a la discusión los servicios de provisión parece relevante y será probablemente más efectivo. Además, aunque los servicios pueden ser catalogados como de provisión, pueden incrustar aspectos culturales históricos lo cual es relevante de reconocer en los procesos de gestión (ver por ejemplo Cerda *et al.*, 2023).

En cuanto a preferencias de Especies, se observaron tendencias similares entre qué tan importantes resultaban ciertos órdenes de especies para los Visitantes y qué tan relevantes son para los Arrieros. Sin embargo, en muchas ocasiones las motivaciones que gatillaron la relevancia de ciertas especies para los arrieros surgían de un efecto negativo sobre la actividad ganadera y el desempeño de los arrieros en el SNYL, lo que marcó una gran diferencia en el sentido de la valoración de cada especie y el trasfondo que recae en el rol de cada tipo de especie sobre los Arrieros Locales.

En ese sentido, especies que perjudicaban directamente a los animales de los Arrieros como pueden ser el Cóndor y el Puma fueron mencionados como perjudiciales hacia su actividad y hacia ellos. Mientras que otras especies nativas de Aves y Mamíferos como el Águila y el Zorro Culpeo fueron denotadas positivamente en su relevancia hacia los Arrieros en calidad de Controladores de plagas. Resultados similares fueron encontrados por Cerda *et al.*, (2019) y Bidegain *et al.*, (2023) en la reserva de biósfera La Campana Peñuelas. Por lo mismo para



identificar especies emblemas del área deben considerarse los potenciales efectos negativos que generan en los arrieros.

Los resultados muestran que los visitantes tienen en general una percepción negativa del desarrollo minero que afecta al Santuario. Sin embargo, visitantes con entornos familiares más numerosos, probablemente aquellos que tienen hijos, visualizan el desarrollo minero de manera más positiva. Esto es interesante como resultado porque puede estar alertando que cuando hay hijos la minería o actividades similares dan una percepción de seguridad en el desarrollo económico del país y por ende se percibe como una opción más segura para las futuras generaciones.

Por último, los visitantes con mayores niveles de educación rechazan la cultura arriera dentro del área. Esto es un factor muy relevante para incorporar en la gestión del área. Esto indica que estas personas pueden estar viendo los impactos que la actividad ganadera genera dentro del área, pero no desarrollan una conciencia social sobre las necesidades de este grupo local.

## 7. BASES DE DATOS

### 7.1 Visitantes

La información obtenida se encuentra tabulada en el archivo Excel llamado MATRIZ DE TABULACIÓN VISITANTES donde es posible visualizar el procesamiento de la información.

### 7.2 Arrieros

Se entrega en el archivo MATRIZ DE TABULACIÓN ARRIEROS la tabulación de la información recopilada a través de las 12 entrevistas realizadas.



## 8. IMÁGENES DE TOMA DE DATOS

Disponibles en el siguiente enlace:

[https://drive.google.com/drive/folders/14RaXN1D0Q91oYLDAA\\_iB12YrThmUpIhc?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/14RaXN1D0Q91oYLDAA_iB12YrThmUpIhc?usp=drive_link)

## 9. REFERENCIAS

Amat, J. 2016. Regresión logística simple y múltiple. [En línea] <[https://rpubs.com/Joaquin\\_AR/229736](https://rpubs.com/Joaquin_AR/229736)> [Consulta: 12 de Mayo 2024].

Ascanio, R. y Orrego, F. 2022. Prólogo. En Orrego, F., Ginoccio, R., De la Fuente, L. M. & Parra, D. (Eds.) Antecedentes socio-Ecológicos del SN Yerba Loca: Pasado, presente y futuro. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES) Pontificia Universidad Católica de Chile. 10 - 11 pp.

Bidegain, I., Cerda, C., Tironi, A. y López-Santiago, C. 2019. Social preferences for ecosystem services in a biodiversity hotspot in South America. *Plos One*, 14(4), e0215715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215715>

Bidegain, I., Cerda, C., Silva-Rodríguez, E., López-Santiago, C., Briceño, C., Promis, A., Razeto, J., De la Maza, C., & Tironi, A. 2023. Social preferences for vertebrates, invertebrates and plants: a multistakeholder approach for conservation management, *Human Dimensions of Wildlife* DOI: 10.1080/10871209.2023. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10871209.2023.2263774>

Camus, P. 2022. Cordillera y sociedad: Historia de la ocupación humana del cajón del río Mapocho. En Orrego, F., Ginoccio, R., De la Fuente, L. M. & Parra, D. (Eds.) Antecedentes socio-Ecológicos del SN Yerba Loca: Pasado, presente y futuro. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES) Pontificia Universidad Católica de Chile. 24- 39 pp.

Cerda, C., Silva-Rodríguez, E. & Briceño, C. 2019. *Naturaleza en sociedad: Una mirada a la dimensión humana de la conservación de la biodiversidad*. Editorial Ocho Libros. Santiago. 146 p.

Cerda, C., Ocampo-Melgar, A. y Bidegain, I. 2023. Dimensiones de valor pluralistas de los servicios ecosistémicos como una oportunidad hacia la transdisciplina. *Revista Pensamiento y Acción Interdisciplinaria*, 9(1), 95-111. <https://doi.org/10.29035/pai.9.1.95>



Clavero J., Pérez-Martínez, W., Ramírez, V., Castro-Cancino, B., Briceño-De-Urbaneja, I., Vidal-Páez, P, y Tamayo, A. 2022. Geología y Geomorfología de la cuenca del estero Yerba Loca, Chile central. En Orrego, F., Ginoccio, R., De la Fuente, L. M. & Parra, D. (Eds.) Antecedentes socio-Ecológicos del SN Yerba Loca: Pasado, presente y futuro. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES) Pontificia Universidad Católica de Chile. 40- 63 pp.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S. y Turner, R. K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

De Groot, R.S., Stuij, M.A.M., Finlayson, C.M. & Davidson, N. 2006. Valuing wet lands: guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services, Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. ISBN 2-940073-31-7.

Gutiérrez, A. 1983. Plan de manejo. Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Santiago, Chile. 219 p.

Ginocchio, R. y María de la Fuente, L. 2022. Introducción: Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. En Orrego, F., Ginoccio, R., De la Fuente, L. M. & Parra, D. (Eds.) Antecedentes socio-Ecológicos del SN Yerba Loca: Pasado, presente y futuro. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES) Pontificia Universidad Católica de Chile. 13 - 23 pp.

Ley 21600 que crea el servicio de biodiversidad y áreas protegidas y el sistema nacional de áreas protegidas. Última modificación: Diciembre 2023. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1195666>

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., García-Llorente, M., Montes, C. 2014. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. *Ecological Indicators* 37(A): 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.003>.

Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington D.C. ([www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org)).



Millennium Ecosystem Assessment MEA. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2020. Protected Areas System of Chile. División de Recursos Naturales, Renovables y Biodiversidad. Rescatado de: UNEP-WCMC. Protected Area Profile for Yerba Loca from the World Database on Protected Areas. [En línea] <<https://www.protectedplanet.net/95145>> [Consulta: 13 de Abril de 2024].

Municipalidad de Lo Barnechea. 2017. Flora y Fauna Lo Barnechea, Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Santiago, Chile. 116 p.

Redford, K H. y Adams, WM. 2009. Payment for Ecosystem Services and the Challenge of Saving Nature. *Conservation Biology*, 23(4), 785-787. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01271.x>

Reyers, B., O'Farrell, P J., Cowling, R M., Egoh, B N., Le Maitre, D C. y Vlok, J H J. 2009. Ecosystem Services, Land-Cover Change, and Stakeholders: Finding a Sustainable Foothold for a Semiarid Biodiversity Hotspot. *Ecology and Society*, 14(1). <https://www.jstor.org/stable/26268036>

Salles, J.M. 2011. Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic values on Nature? *Comptes Rendus Biologies*, 334(5-6), 469-482.

TEEB. 2010. The economics of ecosystems & biodiversity: mainstreaming the economics of nature. UNEP.

Thienel, M., Eguren, A., Puschel, N. & Saavedra, B. 2022. Capítulo 6. Creando y uniendo piezas de planificación para la acción efectiva de conservación: El caso del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. En Orrego, F., Ginocchio, R., De la Fuente, L. M. & Parra, D. (Eds.) *Antecedentes socio-Ecológicos del SN Yerba Loca: Pasado, presente y futuro*. Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES) Pontificia Universidad Católica de Chile. 140 - 167 pp.

Valenzuela-Astudillo, H. 2020. Los glaciares rocosos del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Geógrafa. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70 p.

Vergara Dal Pont, I., Moreiras, S., Santibañez, F., Araneo, D., y Ferrando, F. 2019. Debris flows triggered from melt of seasonal snow and ice within the active layer in the semi- arid Andes. *Permafrost and Periglacial Processes* (31): 57–68.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta a visitantes

Se presenta en archivo adjunto en pdf.

### Anexo 2. Encuesta a arrieros

Se presenta en archivo adjunto en pdf.

### Anexo 3. Análisis estadísticos modelos logísticos binarios

*Coefficientes, Significancia y Error Estándar de los Modelos Logísticos Binarios para predecir preferencias de los SSEE más relevantes en el SNYL.*

Variable	SSEE 1 (Agua)		SSEE 8 (Biodiv.)		SSEE 10 (Recr.)		SSEE 9 (Deportes)	
	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.
Edad	-0.0266	0.0196	0.0172	0.0197	-0.0342 °	0.0199	-0.0064	0.0200
Género	-0.2678	0.3852	0.3135	0.3685	0.0541	0.3644	0.0992	0.3723
Nivel Educativo	0.0076	0.2904	0.8114 **	0.2937	-0.0073	0.2752	0.9275 **	0.3330
Número de Familiares	0.0934	0.1310	0.1951	0.1271	0.1648	0.1242	0.1110	0.1283
Tiempo desde primera visita	-0.1001 *	0.0486	-0.0534	0.0427	0.075 °	0.0449	0.0075	0.0442
Visitas al Año	-0.1265	0.2051	0.1396	0.1967	-0.1765	0.1996	0.3395	0.2094
	*** <= 0.001		** <= 0.01		* <= 0.05		° <= 0.1	

Variable	SSEE 3 (Clima fav.)		SSEE 4 (Poliniz.)		SSEE 11 (Educación e Inv.)		SSEE 6 (Purif. Agua)	
	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.
Edad	0.0555 **	0.0211	0.0091	0.0195	0.0078	0.0198	-0.0198	0.0244
Género	--	--	-0.1877	0.3866	-0.0725	0.3901	-0.7328 °	0.4399
Nivel Educativo	0.2469	0.3146	-0.0956	0.2856	0.4339	0.3135	-0.2202	0.3015
Número de Familiares	0.0667	0.1336	-0.0431	0.1314	-0.0673	0.1343	-0.0887	0.1461
Tiempo desde primera visita	-0.0842	0.0498	-0.0022	0.0471	0.0428	0.0492	0.0233	0.0497
Visitas al Año	0.1615 °	0.2114	-0.2366	0.2627	-0.9962 *	0.4099	0.0926	0.2111
	*** <= 0.001		** <= 0.01		* <= 0.05		° <= 0.1	

*Coefficientes, Significancia y Error Estándar de los Modelos Logísticos Binarios para predecir preferencias de los Especies de Flora y Fauna más relevantes en el SNYL.*

Variable	SPP 2 (Cóndor)		SPP 6 (Puma)		SPP 12 (Zorro Culpeo)		SPP 10 (Gato Colo-Colo)	
	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.
Edad	-0.0043	0.0173	-0.0064	0.0196	-0.0100	0.0197	-0.0052	0.0196
Género	0.7767 *	0.3508	1.2708 ***	0.3834	-0.0724	0.3736	0.4388	0.3738
Nivel Educacional	0.1061	0.2581	-0.2649	0.2846	0.1585	0.2801	-0.2695	0.2736
Número de Familiares	--	--	0.2022	0.1295	0.4441 ***	0.1339	-0.1045	0.1264
Tiempo desde primera visita	-0.0551	0.0399	-0.0386	0.0445	-0.0110	0.0437	-0.0222	0.0452
Visitas al Año	0.1418	0.1606	-0.0607	0.1985	0.0262	0.1984	-0.0465	0.1977

Variable	SPP 7 (Gato Andino)		SPP 26 (Yerba Loca)		SPP 9 (Lechuza)	
	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.	Coefficiente	Error St.
Edad	-0.066 *	0.0276	0.0307	0.0205	0.0459 *	0.0213
Género	-0.4433	0.4008	-0.3147	0.3849	-0.1519	0.4179
Nivel Educacional	0.7376 *	0.3402	0.7692 *	0.3381	-0.7665 **	0.3017
Número de Familiares	-0.0710	0.1385	0.3237 *	0.1353	-0.1263	0.1435
Tiempo desde primera visita	0.0465	0.0474	-0.0188	0.0438	-0.0867	0.0607
Visitas al Año	0.1503	0.2013	0.2170	0.2039	-0.1812	0.2852

\*\*\* <= 0.001    \*\* <= 0.01    \* <= 0.05    ° <= 0.1

2DA ENTREGA LICITACIÓN 13/05/2024

**Informe Final**  
**“Estudio de Dinámica Glacial”**  
**Licitación**  
**ID: 2735 - 371 - LE23**

MAYO 2024



**AgroSpace**

**Tabla de Contenido**

1. Resumen técnico.....	3
2. Área de estudio.....	3
3. Metodología de revisión de datos y generación de la base de datos.....	5
3.1. Dinámica Glaciar.....	5
3.1.1. Delimitación de área glaciar.....	5
3.1.2. Tasas de variación.....	6
3.2. Carta Geomorfológica.....	6
4. Resultados.....	7
4.1. Delimitación espacial y temporal del área glaciar.....	7
4.2. Tasas de variación decadal por glaciar.....	10
4.2. Carta Geomorfológica.....	11
5. Comentarios Finales.....	14
6. Bibliografía.....	15
7. Apéndices.....	16
Apéndice 1. Acceso a repositorio de datos.....	16
Apéndice 2. Disponibilidad de imágenes en base de datos desarrollada.....	17
Apéndice 2 es la superficie de glaciares.....	18



## 1. Resumen técnico

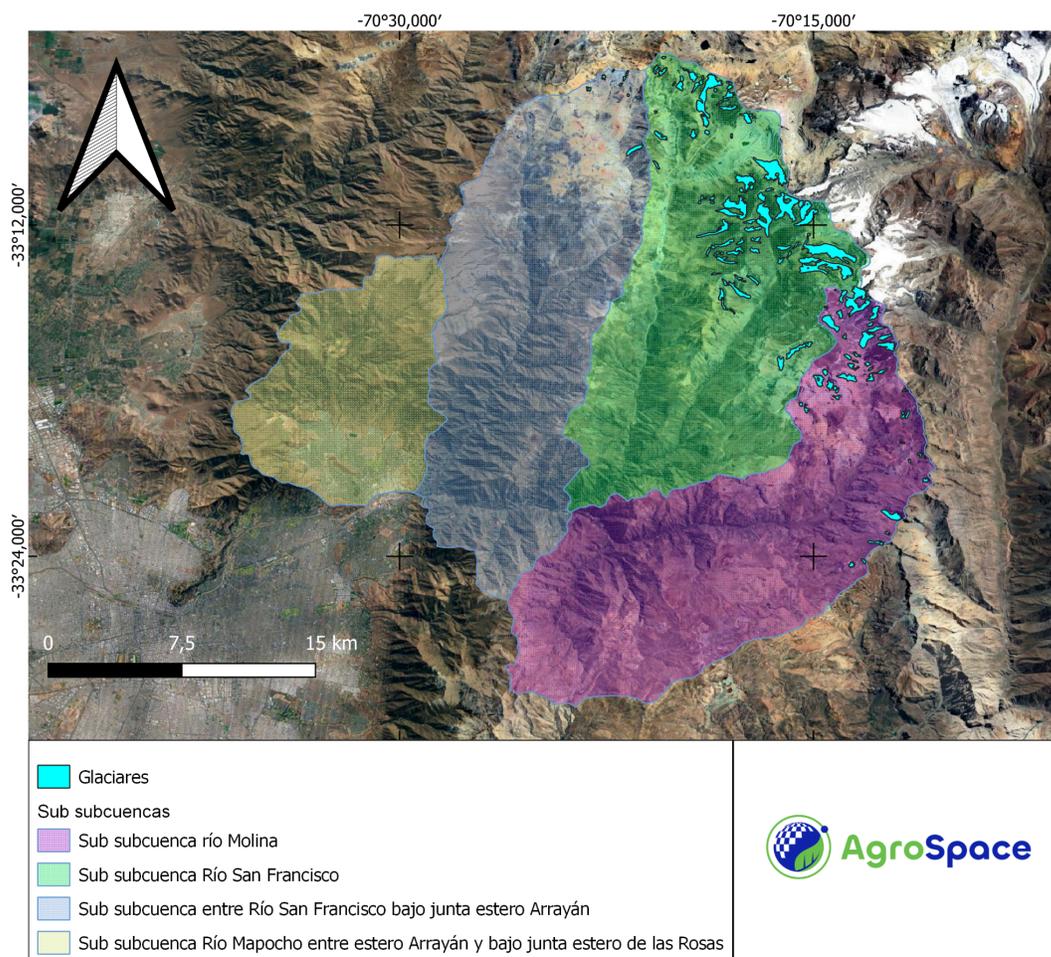
Este informe corresponde a la licitación ID 2735 - 371 - LE23, el cual analiza los 121 glaciares rocosos, 3 Glaciares cubiertos y 6 Glaciares descubiertos de la comuna de Lo Barnechea desde 1986 hasta 2023 utilizando imágenes satelitales. Las superficies glaciares fueron analizadas mediante índices de nieve e interpretación visual. Los hallazgos se contrastaron adicionalmente con los datos del Inventario de Glaciares (IPG2022), realizado por la Dirección General de Aguas (DGA).

Entre los glaciares analizados, el Cerro El Plomo y el Glaciar Paloma Oeste mostraron los mayores índices de retroceso, con reducciones del 65% y 54%, respectivamente. A lo largo del período estudiado, se observó que ciertos cuerpos de hielo previamente no clasificados como glaciares en 1986, ahora son reconocidos como tales por la DGA, lo que indica un fraccionamiento significativo de estos cuerpos de hielo. Adicionalmente, se identificó que varios glaciares, anteriormente caracterizados por tener hielos superficiales, ahora están completamente recubiertos por detritos. Este fenómeno complica la caracterización de los glaciares mediante teledetección, ya que el retroceso glaciar parece haber fomentado la acumulación de material piroclástico sobre el hielo.

Es crucial destacar que la proximidad a fuentes antropogénicas podrían estar contaminando algunos glaciares con *black carbon* o polvo en suspensión. Basado en estos hallazgos, el informe recomienda la implementación de estrategias específicas para el monitoreo de este tipo de contaminación en los glaciares. Finalmente, en el actual contexto del calentamiento global, es fundamental realizar un monitoreo de los glaciares con el fin de establecer una línea base sobre la delimitación y la proyección sobre los cambios futuros mediante tendencias de retroceso. Esto es fundamental para la seguridad hídrica de un valle y para la toma de decisiones con el fin de establecer programas de eficiencia hídrica.

## 2. Área de estudio

La comuna de Lo Barnechea alberga 130 glaciares dentro de su territorio, según se detalla en el Inventario de Glaciares (IG 2022) realizado por la Dirección General de Aguas (DGA). Estos glaciares se distribuyen principalmente en las sub-subcuencas "Río Molina", "Río San Francisco" y "Río Mapocho entre Río San Francisco y Bajo Junta Estero Arrayán". Los glaciares comprendidos en la comuna cubren una superficie total de 24,7 km<sup>2</sup> y poseen aproximadamente 0,38 km<sup>3</sup> de volumen de hielo (convertido a equivalente en agua). En la Figura 1, presente a continuación, se ilustra la ubicación y distribución de los glaciares dentro del territorio. La mayoría de estos cuerpos de hielo han sido renombrados en el IGP 2022 y sus características han sido actualizadas para reflejar cambios a categorías como glaciares cubiertos, glaciaretos o incluso la asignación de toponimias a nuevos glaciares identificados. En el caso de la sub subcuenca río Molina esto se ve reflejado en el Glaciar S/N antes clasificado como glaciarete, o la clasificación de un nuevo Glaciarete S/N que antes formaba parte del glaciar Cerro el Plomo, que por causa de las condiciones orográficas se fue fragmentando siendo ahora un cuerpo de hielo independiente.



**Figura 1.** Mapa de distribución de glaciares de la comuna de Lo Barnechea. En color se muestran las subcuencas de los ríos Molina, San Francisco y río Mapocho entre el estero Arrayán y bajo junta estero de las Rosas.



## 3. Metodología de revisión de datos y generación de la base de datos

### 3.1. Dinámica Glaciar

Para el estudio de dinámica glaciar se analizaron los glaciares descubiertos de la comuna de Lo Barnechea utilizando la serie histórica de imágenes Landsat correspondientes a los satélites Landsat 5-™ Landsat -7 ETM, Sentinel 2a y Sentinel 2b. La resolución espacial de cada satélite varía entre 30x30 m (Landsat 5) a 10 x 10 m (Sentinel 2). Cada imagen satelital fue seleccionada bajo el criterio de máxima representatividad sobre el área de estudio cuya superficie no fuese menor a un 90%, permitiendo la visualización de todos los glaciares de la comuna.

Por otra parte, las imágenes fueron filtradas por los años donde había imágenes satelitales disponibles y cuyo porcentaje de nubes no fuese superior al 10% con el fin de realizar una máscara de las zonas que serían afectadas por la nubosidad. Una vez generada y consolidada esta información (Apéndice I), se procedió aplicando diferentes métodos y algoritmos para la delimitación glaciar.

#### 3.1.1. Delimitación glaciares descubiertos

Para la delimitación glaciar se utilizaron la reflectancia superficial, empleando imágenes satelitales de Sentinel-2 (<https://dataspace.copernicus.eu/>), la constelación Landsat (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) y el agregado de productos satelitales HLS (<https://hls.gsfc.nasa.gov/>). Los datos de reflectancia de la superficie se procesaron utilizando los productos oficiales a nivel 2A (L2A): sen2cor para Sentinel-2, LaSRC para Landsat 8-9 y HLS, y LEDAPS para las misiones de legado Landsat 5 y 7. Con el objetivo de minimizar el impacto de la cobertura nubosa en el análisis y aumentar la precisión en la estimación de la superficie nevada, se aplicaron máscaras de nubes utilizando el producto Cloud Score de Google para Sentinel-2, y *Fmask* para Landsat y HLS.

Dentro los índices más utilizados para la diferenciación de hielo, glaciar y nieve se encuentran el Normalized Difference Snow Index (NDWI), el Normalized Difference Snow Ice Index (NDSII) y el Normalized Difference Glacier Index (NDGI) (Keshri et al (2009). Sin embargo, estos índices normalmente se aplican en su conjunto y están diseñados para análisis supraglaciares ya que se utilizan diferentes rangos del espectro electromagnético que pueden ser contrastados con medidas in-situ. El NDSI utiliza el rango espectral del verde y el infrarrojo de onda corta, el NDSII el rango espectral del verde y el rojo, finalmente el NDGI utiliza el rango espectral del verde y el rojo. Estudios comparativos en Chile muestran su aplicación para estudios en la superficie supraglaciar (Florath et al., 2022). El uso combinado de estos tres índices permite una caracterización de diferentes formas dentro del glaciar, aún cuando es limitando para neviza o nieve fresca.

Este informe presenta una diferenciación con imágenes satelitales adquiridas principalmente en verano, sin cobertura nubosa, sin cobertura de nieve circundante y cuyo objetivo principal se centra en la delimitación de la superficie glaciar. Por lo tanto, se seleccionó el NDSI debido a que las condiciones para realizar este informe son muy similares al uso de este índice de delimitación de glaciares utilizado en trabajos previos (Raup et al., 2007; Paul et al., 2015; Zhan et al., 2021). Los trabajos anteriores muestran la utilidad del NDSI en la clasificación de glaciares siempre y cuando se aplique un umbral de

confianza para la identificación del hielo, el cual puede variar según la ubicación del glaciar, nieve circundante, entre otros factores.

La metodología se basa en el Índice Normalizado de Diferencia de Nieve (NDSI) para identificar áreas cubiertas de nieve, estableciendo un umbral de 0,4 para la clasificación de superficies de nieve o hielo (Hall et al. 1995; Hall et al., 1998; Burns and Nolin, 2004; Durán-Alarcón et al., 2015), tal como se muestra en la Ecuación 1. Dado que la nieve presenta alta reflectancia en el espectro visible y significativa absorción en el infrarrojo cercano/medio, el NDSI se calcula usando las bandas del verde (GREEN, 0,52 - 0,60  $\mu\text{m}$ ) y el infrarrojo medio (SWIR, 1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$ ):

$$NDSI = \frac{GREEN - SWIR}{GREEN + SWIR} \quad (\text{Ec. 1})$$

Los resultados obtenidos del NDSI no son exactos en la delimitación automática de glaciares descubiertos precisamente porque en el área de estudio (zona montañosa) este índice puede confundir las zonas delimitadas con zonas de sombra (Wang et al., 2017). Es por esto que la delimitación de glaciares descubiertos se complementa con delimitación manual en base a composiciones RGB (SWIR2 - NIR - GREEN). Con el objetivo de identificar el hielo glaciar, se seleccionaron imágenes de los meses al final de la temporada de deshielo (febrero, marzo o inicios de abril), ya que es en esta época donde termina la temporada de derretimiento de nieve. Este análisis se realizó sobre imágenes del período comprendido entre 1986 y 2023, con el fin de estudiar la dinámica glaciar. Para prevenir la clasificación errónea de nieve estacional como hielo permanente, se efectuó la delimitación utilizando imágenes de años consecutivos.

### 3.1.2. Tasas de variación

Una vez delimitado los glaciares para cada año de estudio se calcularon tasas de variación (Ecuación 2) entre años de estudio con el fin de analizar temporalmente los cambios en la superficie de los glaciares.

$$Tasa\ de\ variación = 100 * \left[ \left( \frac{S_{t+i}}{S_t} \right) - 1 \right] \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde  $S_t$  y  $S_{t+i}$  son las superficies glaciares (ha/añual) de una escena actual y posterior entre un número "i" años, respectivamente.

### 3.1.3. Delimitación glaciares rocosos

Para la delimitación de glaciares rocosos se tomó como base el Inventario Público de Glaciares de 2022 e imágenes del Programa Google Earth Pro. La identificación de este tipo de glaciares fue a través de los polígonos clasificados como "Glaciar Rcoso" del IPG 2022 y su delimitación se hizo a través de reconocimiento visual identificando la forma lobulada de estos, las crestas y surcos, e incluyendo el talud de avance frontal y lateral en la delimitación.

## 3.2. Carta Geomorfológica

Para esta sección se identificaron las principales geoformas glaciares y periglaciares presentes en el territorio comunal mediante fotointerpretación, los actuales resultados correspondiente a las cartografías de glaciares, base de datos geomorfológica del Mapa Geológico Nacional en escala

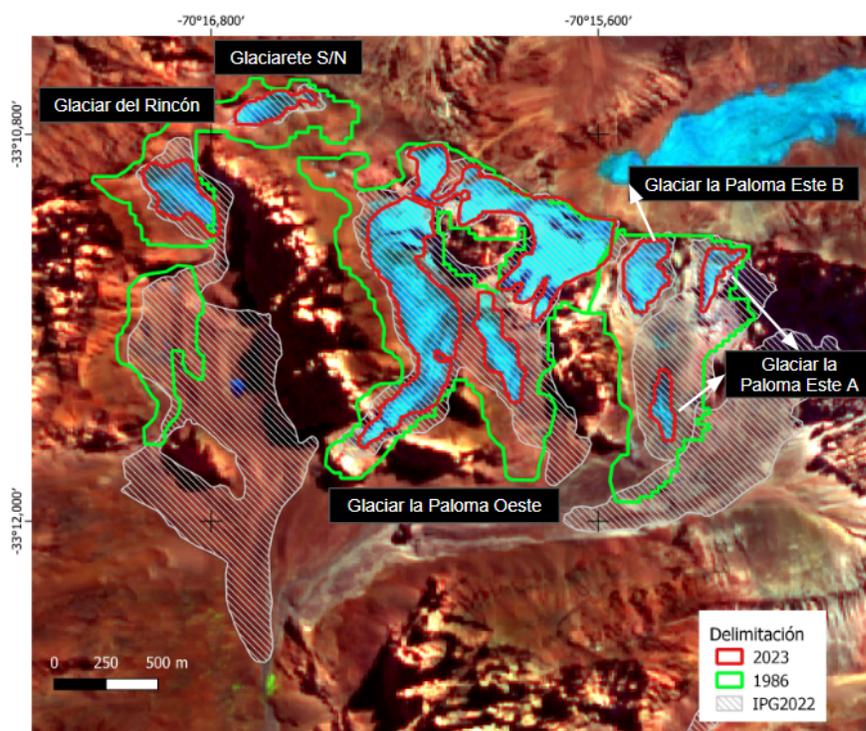
1:1.000.000 elaborado por Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) y revisión bibliográfica (Valenzuela, 2020; Herrera-Ossandón et al., 2023). Es importante destacar que las lagunas fueron caracterizadas en las cartografías donde se podrían apreciar según la resolución especial de las imágenes. Estas lagunas fueron cambiando según la distribución y estacionalidad.

## 4. Resultados

### 4.1. Delimitación espacial y temporal de glaciares descubiertos

#### 4.1.1. Sub subcuenca río San Francisco

En la Figura 2 se puede observar la fragmentación que han tenido los glaciares descubiertos en la sub subcuenca río San Francisco.



**Figura 2.** Glaciares descubiertos en la sub-subcuenca río San Francisco entre 1986-2023 y su comparación con la delimitación del IPG 2022.

Dada la delimitación realizada en el IPG 2022, lo que se ha fragmentado es la parte descubierta de los glaciares, ya que no se puede descartar la presencia de hielo cubierto entre las zonas delimitadas sin tener una validación de terreno. A su vez, por la delimitación de 1986 se puede observar cierta continuidad entre el Glaciarete S/N y el Glaciar del Rincón, pero actualmente se encuentran clasificados como dos cuerpos de hielo distintos. En base a la delimitaciones realizadas dicha fragmentación ocurrió luego del retroceso del año 2018. Mismo escenario es observable en el Glaciar la Paloma, en el caso de su parte Oeste la clasificación actual del IPG 2022 lo delimita completamente como un solo cuerpo de

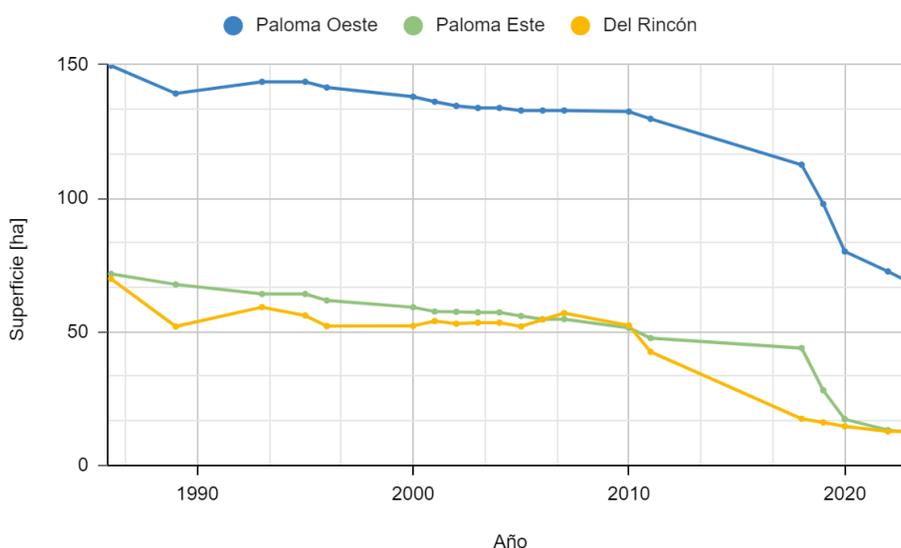
hielo, mientras que su parte Este se encuentra fragmentado en dos cuerpos A y B. Además, el Glaciar Altar Sur se encuentra totalmente cubierto por detritos.

Por otra parte, la fragmentación de glaciares sale descrita en el Inventario Público en el momento en que se le asigna un código al glaciar (Tabla 1). El último dígito del código es el "Carácter de indicación de fragmentación"; donde: "@" es un glaciar no fragmentado, y en el caso de glaciares fragmentados se le asigna una "A" para el cuerpo de mayor tamaño y una "B" al segundo cuerpo de mayor superficie.

**Tabla 1.** Código designado por la DGA de los glaciares descubiertos en la sub subcuenca río San Francisco.

ID	Glaciar	CÓDIGO DGA
1	Glaciar la Paloma Oeste	CL105721064@
2	Glaciar la Paloma Este B	CL105721065B
	Glaciar la Paloma Este A	CL105721065A
3	Glaciar del Rincón	CL105721061@
	Glaciarete S/N	CL105721063@

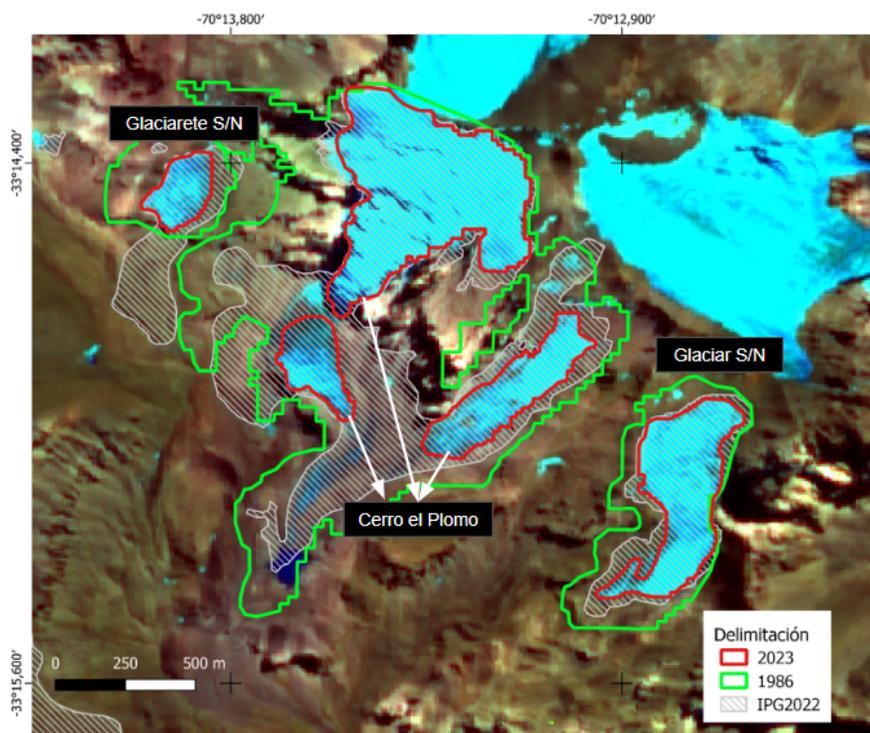
En la Tabla 1 se muestra que el Glaciar del Rincón, el Glaciarete S/N y el Glaciar la Paloma Oeste no se encuentran fragmentados según esta clasificación. Mientras que el Glaciar la Paloma Este A y B sí se encuentra clasificado como glaciar fragmentado. La figura 3 muestra la tendencia de la superficie glaciar para los glaciares descubiertos de la sub-subcuenca del río San Francisco, experimentando importantes disminuciones en la última década para el Glaciar paloma (este y Oeste) y el Glaciar del Rincón (en promedio, cercano al 50%).



**Figura 3.** Superficie de glaciar descubierta localizada en la sub-subcuenca río San Francisco entre 1986-2023.

#### 4.1.2. Sub subcuenca río Molina

En la Figura 4 se muestran los cambios que han tenido los glaciares descubiertos de la sub subcuenca río Molina.



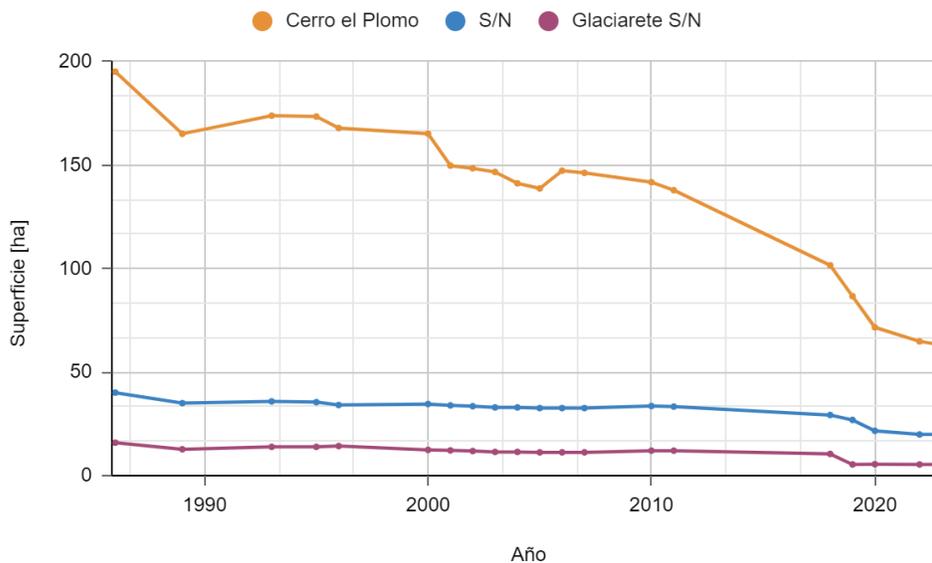
**Figura 4.** Glaciares descubiertos en la sub-subcuenca río Molina entre 1986-2023 y su comparación con la delimitación del IPG 2022.

Al igual que en los glaciares de la sub subcuenca estero Yerba Loca se puede observar una fragmentación del hielo descubierta de los glaciares. En el caso del Glaciar Cerro Plomo esta separación es evidente e incluso por la delimitación de 1986 había una continuidad con el Glaciarete S/N, pero que al igual que en el caso del Glaciar el Rincón, actualmente se encuentran clasificados como dos cuerpos de hielo distintos, por lo que en esta caso se descarta la presencia de hielo cubierto entre estos. Esta fragmentación se puede ver corroborada por el IPG 2022 en la Tabla 2. Esta tabla muestra que según el código asignado en el IPG 2022 el Glaciar Cerro el Plomo y ambos Glaciares S/N no se encuentran fragmentados, mientras que el Glaciarete S/N sí clasifica como fragmentado.

**Tabla 2.** Código designado por la DGA de los glaciares descubiertos en la sub-subcuenca río Molina.

ID	Glaciar	CÓDIGO DGA
4	Glaciar Cerro el Plomo	CL105720013@
5	Glaciar S/N	CL105720014@
6	Glaciarete S/N	CL105720011A

En la Figura 5 se puede observar la variación de superficie de los glaciares descubiertos de la comuna de Lo Barnechea. Todos los glaciares tienen una disminución acentuándose en los últimos 5 años. Sin embargo, el glaciar Cerro el Plomo, presentó una disminución del 54%. El Glaciar Paloma, también presenta una brusca disminución desde el 2016 a la fecha así como el glaciar del Rincón, que desde 2010 ha experimentado una disminución paulatina. Estos últimos con una superficie actual menor a 30 ha.



**Figura 5.** Superficie de glaciar descubierta localizada en la sub-subcuenca río Molina entre 1986-2023.

A nivel de cuenca se ha perdido un total de 360,5 ha de superficie glaciar descubierta entre el período 1986-2023 lo que significa un retroceso de un 54,2%. En anexo II, se muestra la superficie glaciar anual. Estos resultados muestran una disminución significativa ( $p > 0,05$ ) analizando la tendencia negativa de la última década. Estos resultados proyectan una pérdida de superficie glaciar que amerita un monitoreo continuo debido al escaso hielo glaciar que actualmente existe en la comuna de Lo Barnechea.

## 4.2. Tasas de variación decadal por glaciar

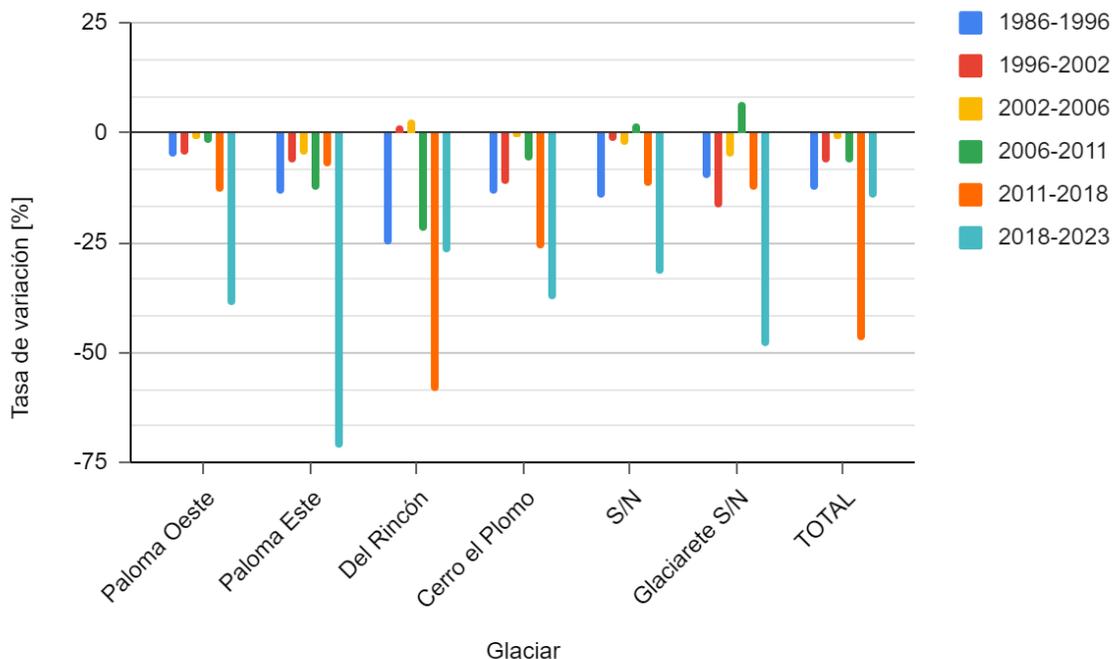
En la Tabla 3 se puede visualizar las variaciones porcentuales decadales y cada cinco años por superficie glaciar. Los glaciares Paloma (oeste y este) y Cerro el Plomo, muestran una tendencia negativa desde el año 1986 a la fecha, siendo más acentuada en el periodo 2018 - 2023. Por otra parte, los glaciares S/N y del Rincón, también experimentaron una fuerte disminución desde el año 2006 a la fecha, con tasas superiores al 20% en promedio para ambos glaciares. Esto puede ser atribuido al efecto de la mega-sequía donde los montos de precipitación sólida en alta montaña presentaron una disminución importante así como una elevación de la línea de nieve (Young, 2023; Aranda et al., 2023).

**Tabla 3.** Tasas de variación (%) superficie glaciares descubiertos entre 1986-2023.

Glaciar	Tasas de variación (%)					
	1986-1996	1996-2002	2002-2006	2006-2011	2011-2018	2018-2023
Paloma Oeste	-5,46	-4,87	-1,29	-2,34	-13,25	-39,10
Paloma Este	-13,90	-6,88	-4,78	-12,92	-7,84	-71,77
Del Rincón	-25,37	1,71	2,88	-22,09	-58,93	-27,25
Cerro el Plomo	-13,95	-11,59	-0,78	-6,40	-26,31	-37,93
S/N	-14,95	-1,67	-2,75	2,24	-12,18	-32,13
Glaciarete S/N	-10,26	-16,87	-5,20	7,12	-13,13	-48,71
<b>TOTAL</b>	<b>-13,04</b>	<b>-6,93</b>	<b>-1,29</b>	<b>-6,95</b>	<b>-47,00</b>	<b>-14,86</b>

La inexistencia de estaciones de monitoreo para la estimación del tamaño de partículas como disdrómetros, no permite establecer si hubo algún efecto en la intensidad de las nevadas o si estas fueron afectadas por algún factor antrópico como el polvo en suspensión u otro. Algunos autores señalan algún grado de correlación entre nieve húmeda o seca según el tipo de precipitación (Shen et al. 2022). En parte, las partículas en suspensión pueden favorecer los procesos de coalescencia y evita la consolidación de copos de nieve de alta persistencia con el fin de fomentar el proceso de generación de hielo glaciar. Por lo tanto, una alta temperatura disminuye la permanencia de la nieve sobre el glaciar, evitando una disminución de su temperatura superficial y por ende, generando un aumento de actividad en la zona de ablación para evidenciar un posterior retroceso.

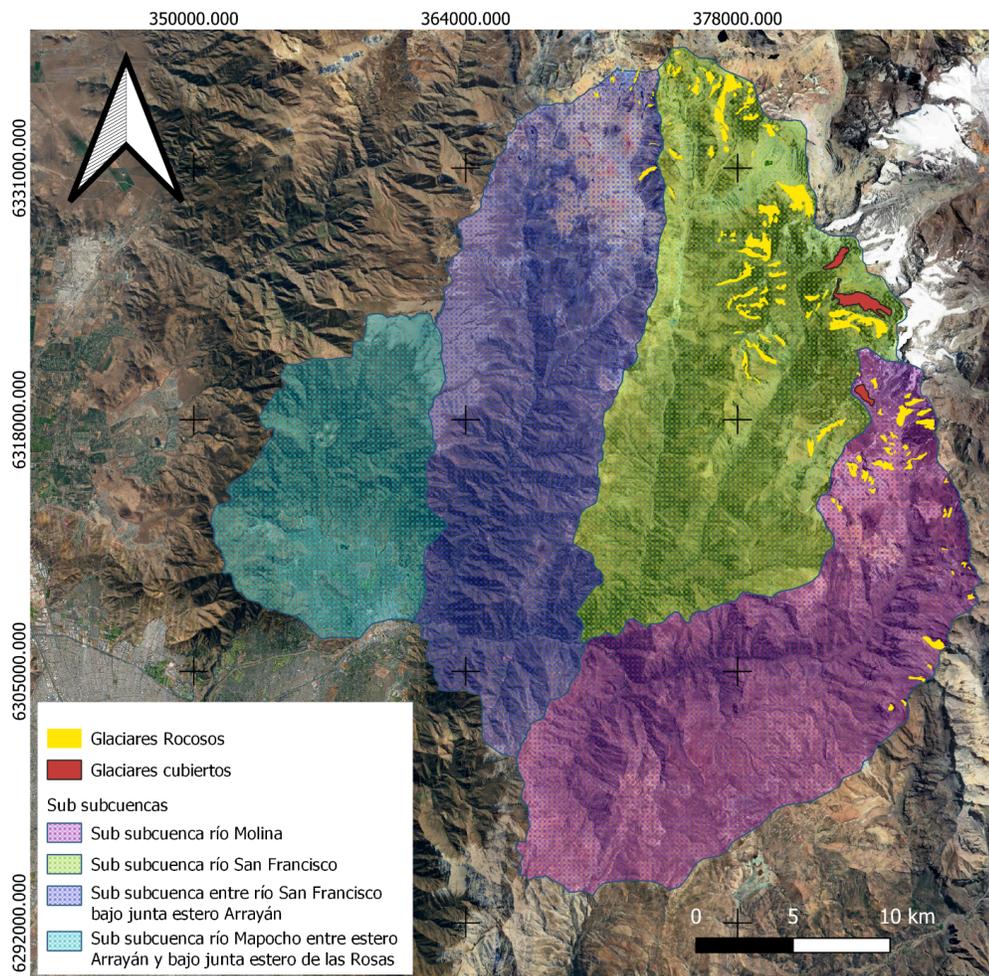
Las tasas de variación positivas (Figura 6) obtenidas en el período de estudio coinciden con otros estudios realizados en los Andes Centrales, donde en el período de 2001-2008 se registraron tasas de cambio estables y positivas, y luego en el período entre 2009-2017 tasas de cambio con valores mucho más negativos (Dussailant et al., 2019).



**Figura 6.** Tasas de variación (%) superficie glaciares descubiertos entre 1986-2023.

## 4.2. Glaciares rocosos

A nivel de cuenca las geoformas glaciares más dominantes son los glaciares rocosos. En la figura 7 se puede visualizar su alta presencia en la zona de estudio; detallando 38 de estos glaciares en la sub subcuenca del río Molina, 71 en la sub subcuenca del río San Francisco y 12 en la sub subcuenca del tramo bajo del río San Francisco, cerca del estero El Arrayán. A nivel de cuenca las geoformas glaciares más dominantes son los glaciares rocosos.



**Figura 7.** Glaciares rocosos y cubiertos en la comuna de Lo Barnechea.

**Tabla 4.** Glaciares rocosos en la comuna de Lo Barnechea en base al IPG 2022 y delimitaciones actuales.

	Sub subcuenca río Molina	Sub subcuenca río San Francisco	Sub subcuenca entre río San Francisco bajo junta estero el Arrayán
Número de glaciares de roca	38	71	12
Área promedio [ha]	10,49	17,71	4,12
Área mínima [ha]	1,25	1,01	0,58
Área máxima [ha]	46,2	172,61	21,02
Superficie total [ha]	398,68	1257,52	49,47

Durante este informe se realizó una delimitación de los glaciares rocosos, la sub subcuenca con mayor presencia de glaciares rocosos es la del río San Francisco, en la cual se encontraron glaciares desde 1,01 ha hasta 172,61 ha. Los dos glaciares de mayor tamaño y los dos únicos con nombre se encuentran en

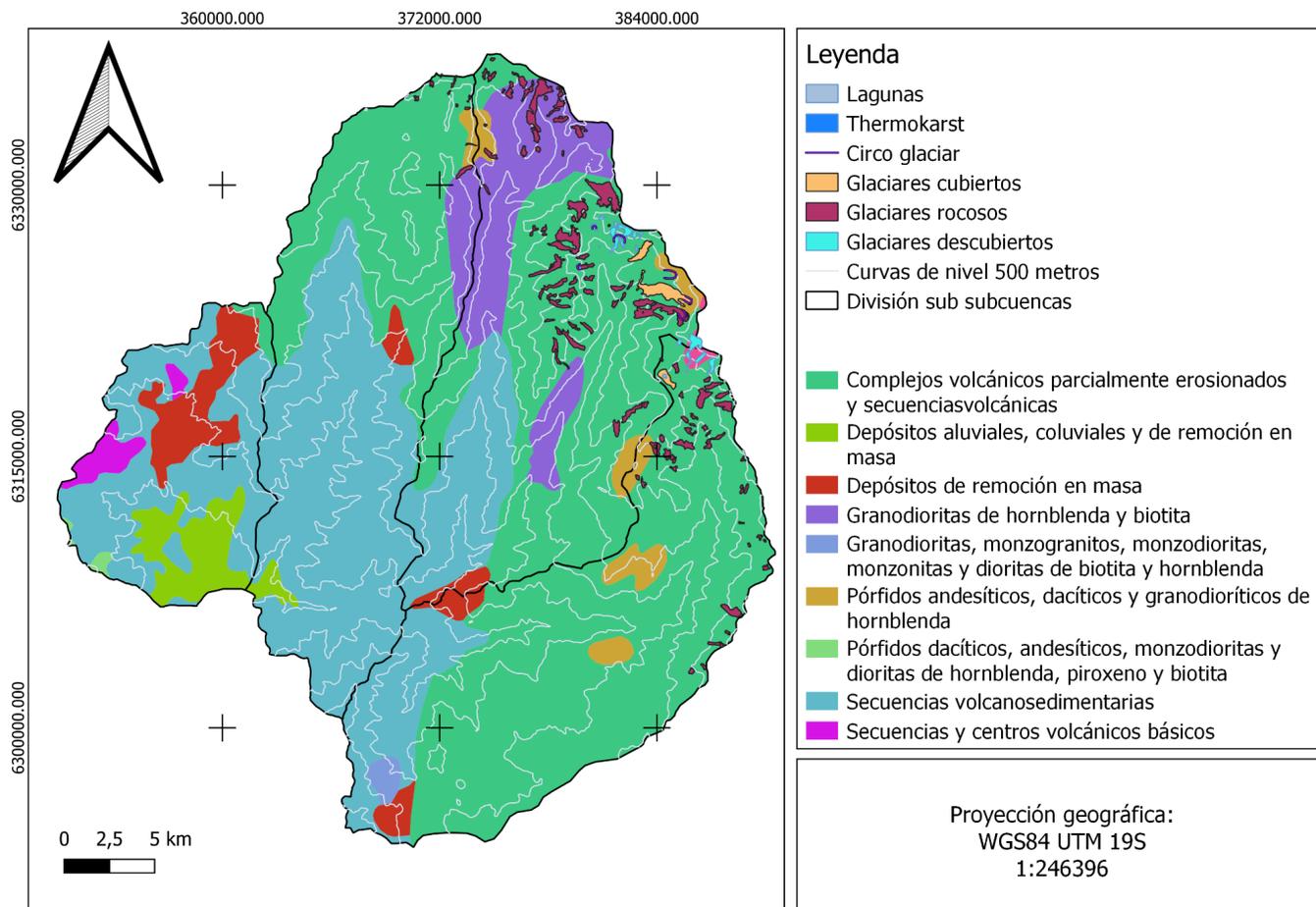
esta sub subcuenca, el glaciar rocoso Piedra Carvajal de 172,61 ha y el glaciar Infiernillo de 146,25 ha. Le sigue la sub subcuenca del río Molina que tiene glaciares rocosos desde 1,25 ha y un glaciar que alcanza las 46,20 ha, teniendo un total de 398,68 ha de superficie de glaciares rocosos, cifra que es considerablemente menor a la de la sub subcuenca del río San Francisco. Por último, la sub subcuenca entre río San Francisco bajo junta estero el Arrayán es la que tiene la menor cantidad de glaciares rocosos, donde el de mayor tamaño alcanza solo 21,02 ha hectáreas de superficie, y con un promedio de 4,12 ha.

Es importante mencionar que en la sub-subcuenca río San Francisco ha existido pérdida de superficie de glaciares rocosos debido a las actividades de la mina Los Bronces (Brenning, 2008). Según el estudio de Brenning y Azócar (2010) hasta 1997 se registró una pérdida de 20 ha por crecimiento del rajo de la mina, 40 ha por construcción de infraestructura (principalmente caminos) y 20 ha por deposición de lastre.

Por otro lado, en la zona de estudio se identificaron tres glaciares cubiertos. El Glaciar Altar Sur y un glaciar sin nombre en la sub subcuenca del río San Francisco (ambos clasificados en el IPG 2022 como glaciares de valle), y otro glaciar sin nombre en la sub subcuenca del río Molina (clasificado como glaciar de montaña). Cabe señalar que el IPG no distingue entre glaciares de montaña descubiertos y cubiertos, lo mismo ocurre para los glaciares de valle, por lo que se asume que al no detectar hielo descubierto se trata de glaciares totalmente cubiertos. En el caso del Glaciar del Rincón al detectar hielo glaciar solo se analizó su parte descubierta.

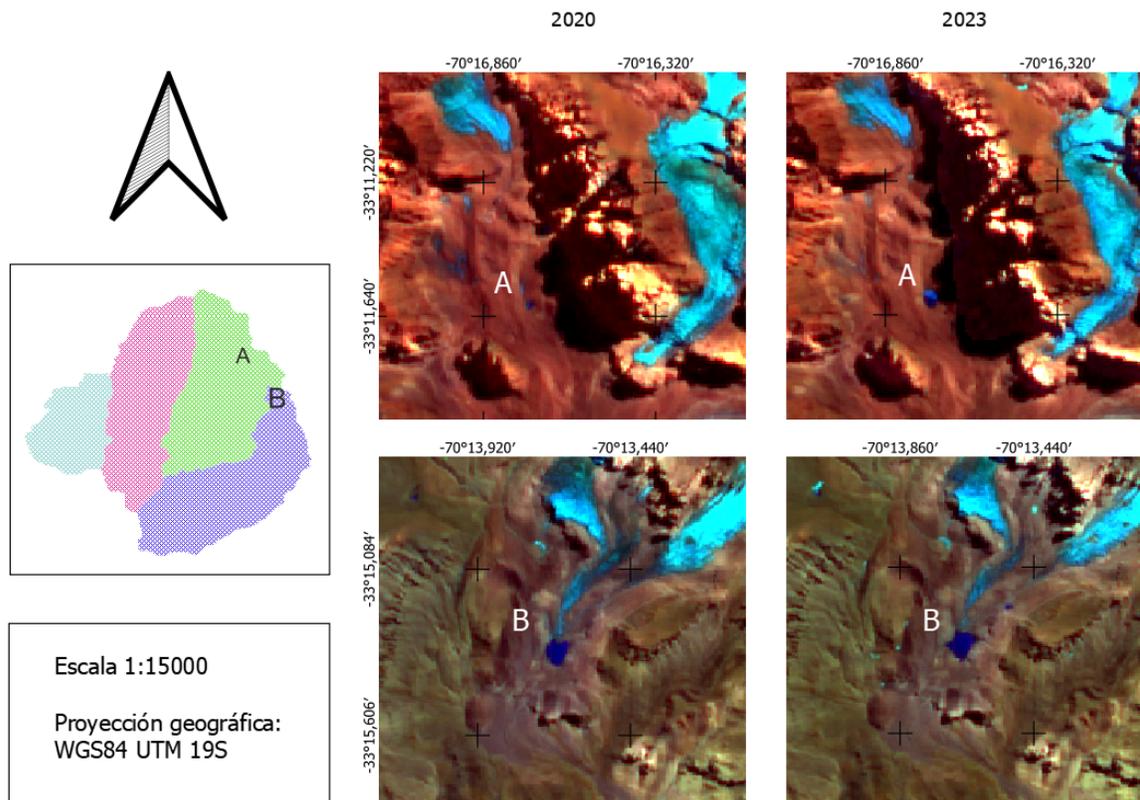
### 4.3. Carta Geomorfológica

En la Figura 8 se presenta el mapa geomorfológico de la comuna de Lo Barnechea en la cual se identificaron las principales clasificaciones determinadas por el SERNAGEOMIN (2003). En conjunto con las delimitaciones de glaciares descubiertos, cubiertos y rocosos. Además se identificaron lagunas glaciares, thermokarst y circos glaciares en base al estudio realizado por Valenzuela (2020) en la cuenca del estero Yerba Loca (parte de la actual sub subcuenca río San Francisco).



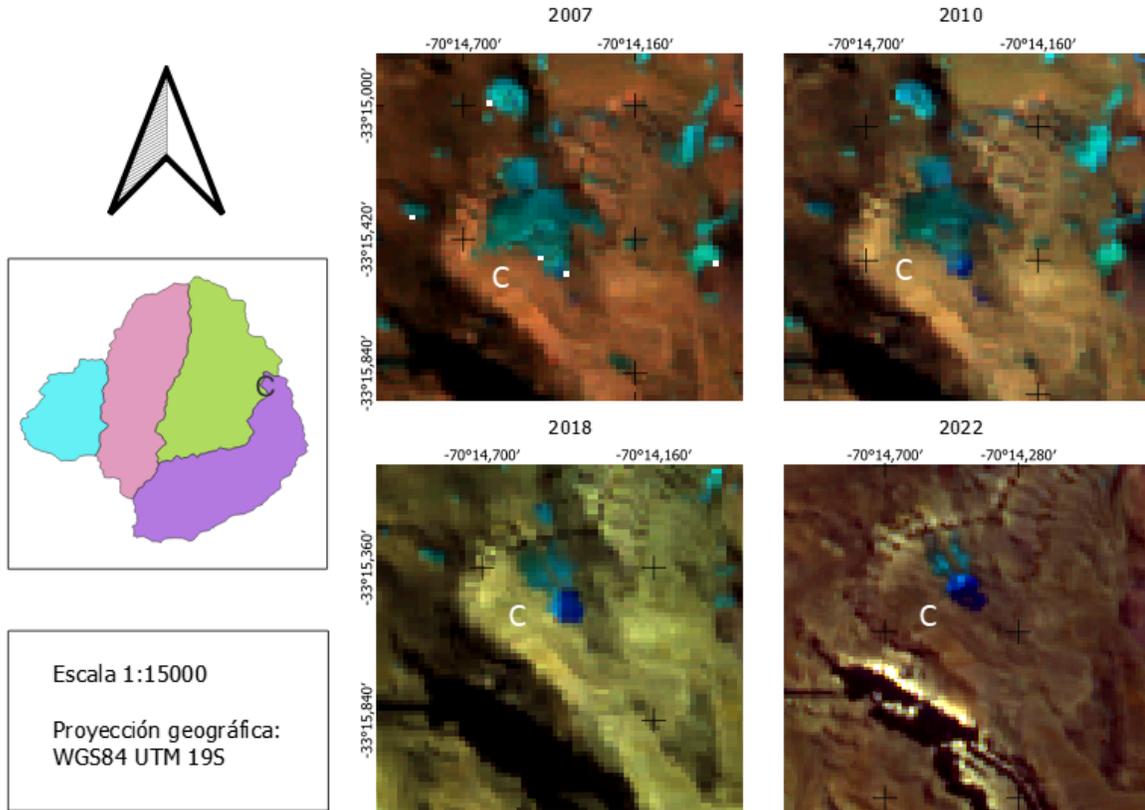
**Figura 8.** Mapa geomorfológico de la comuna de Lo Barnechea.

Dentro de las principales geoformas asociadas a glaciares se encontraron lagunas glaciares y thermokarst. Las lagunas glaciares corresponden a cuerpos de agua originados por el derretimiento de un glaciar (principalmente glaciares descubiertos). Por otro lado, los thermokarst se originan a partir del derretimiento de permafrost. En la Figura 9 y 10 se destacan las lagunas glaciares y thermokarst como elementos representativos a escala glaciar. No se han detectado lahares ni otras formaciones geomorfológicas relevantes en estas áreas. En la Figura 6 se puede apreciar los cambios y crecimientos de un thermokarst identificado en la parte cubierta del Glaciar del Rincón y la laguna del Glaciar Cerro el Plomo (Laguna Agostini).



**Figura 9.** Cambios en Thermokarst para Glaciar del rincón (A) y Laguna Agostini en Glaciar Cerro el Plomo (B) entre 2020 y 2023.

Otro lago glacial detectado es la "Laguna congelada" identificada con una C en la Figura 10. Esta se encuentra en la sub subcuenca del río Molina y según el IPG 2022 está en un glaciar de montaña que actualmente se encuentra completamente cubierto de detritos; sin embargo, según el IPG 2014 estaba clasificado como un glaciar rocoso. Debido a que no se pudo obtener validación en terreno, no es posible determinar si realmente se trata de una laguna glaciar o thermokarst, ya que se tiene dos clasificaciones distintas en su glaciar asociado.



**Figura 10.** Cambio en “Laguna congelada” entre 2007, 2010, 2018 y 2022.



## 5. Comentarios Finales

Este diagnóstico técnico se basa en un exhaustivo análisis de las imágenes satelitales disponibles desde 1986 hasta noviembre de 2023 sobre los 121 glaciares rocosos, 3 Glaciares cubiertos y 6 Glaciares descubiertos localizados en la comuna de Lo Barnechea. Los glaciares Paloma Este y Oeste, Del Rincón, El Plomo, y los Glaciaretos S/N han sufrido una disminución en su superficie destacándose el Glaciar Cerro El Plomo con un retroceso del 64% y el Glaciar Paloma Oeste con un 54%.

La metodología utilizada se fundamenta en el uso del NDSI como herramienta digital para la delimitación de glaciares. Aún cuando existen diversos y nuevos índices para la clasificación de glaciares como el Advanced-NDSI (Mohammadi et al., 2023), las mejores son relativas y no significativas (<4%). De hecho, la utilización del NDSI y otros índices complementarios dependerá del tipo de umbral, las características geomorfológicas del glaciar (i.e. superficie circundante) y la estacionalidad. En caso de realizar clasificaciones durante los meses invernales, es necesario complementar el NDSI con otros índices para análisis supraglaciar.

Por otra parte, el Inventario de Glaciares Públicos (IGP) 2022 introduce actualizaciones en la delimitación de los glaciares, redefiniendo superficies y renombrando ciertas formaciones como glaciaretos. La mayor parte de estos glaciares están clasificados como cubiertos. Para un análisis más detallado y monitoreo de estas formaciones es recomendable un monitoreo con imágenes satelitales de muy alta resolución o vuelos de drones, así como también visitas a terreno para el análisis in-situ de su existencia y tendencia. Este informe presenta una carta geomorfológica la cual fue elaborada mediante la recopilación bibliográfica, cartografías previas y la superficie actualizada de los glaciares. Sin embargo, esta cartografía debe ser validada con visitas a terreno para corroborar los límites actuales correspondientes a las formaciones de hielo bajo detritos.

Es importante señalar que la proximidad de los glaciares a zonas antropogénicas, cuya emisión de partículas como polvo en suspensión, carbono negro y otras contaminantes puede alterar la albedo del glaciar, impactando negativamente su balance energético. En particular, los glaciares Paloma y Del Rincón han visto incrementada su capa de detritos en la última década. Anteriormente, la cobertura glaciar era visible durante los periodos estivales mediante observación directa y el uso del Índice Normalizado de Diferencia de Nieve (NDSI). Actualmente, durante estas mismas temporadas, predominan los detritos superficiales, lo cual podría indicar una pérdida de volumen de hielo y un incremento en la cobertura de detritos por las pendientes y materiales circundantes.

En el actual contexto del cambio climático, es de vital importancia realizar un seguimiento continuo de la superficie glaciar para cuantificar el volumen, tamaño y el cambio en su superficie, ya sea por acumulación de detritos u otro. Los cambios antrópicos asociados a un aumento sostenido de la temperatura, principalmente en alta montaña, pueden aumentar el riesgo hídrico de la cuenca debido a que estas constituyen la única reserva hídrica estival de la cuenca.

Finalmente, el seguimiento continuo de los glaciares de la comuna de Lo Barnechea es de vital para definir con precisión los límites actuales y para evaluar la tasa anual de cambio anual, generando una capa de información actualizada y consistente. Este monitoreo, junto con el análisis de la cobertura nival, es esencial para la preservación de los glaciares cuantificando además las variabilidad climáticas



directamente relacionadas con el monto de precipitación sólida que ocurren sobre y alrededor de los glaciares. Además, el estudio de la calidad de la nieve, su variabilidad, composición y grado de contaminación es imprescindible para entender la dinámica glacial. Cualquier disminución en la nieve o en la precipitación sólida podría predecir una futura reducción en la extensión de los glaciares.



## 6. Bibliografía

- Aranda, F., Medina, D., Castro, L., Ossandón, Á., Ovalle, R., Flores, R. P., & Bolaño-Ortiz, T. R. (2023). Snow persistence and snow line elevation trends in a snowmelt-driven basin in the central Andes and their correlations with hydroclimatic variables. *Remote Sensing*, 15(23), 5556.
- Brenning, A. (2008). The impact of mining on rock glaciers and glaciers. *Darkening peaks: glacier retreat, science, and society*, 196.
- Brenning, A., & Azócar, G. F. (2010). Minería y glaciares rocosos: impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras. *Revista de Geografía Norte Grande*, (47), 143-158.
- Burns, P., and A. Nolin. 2014. Using Atmospherically-Corrected Landsat Imagery to Measure Glacier Area Change in the Cordillera Blanca, Peru from 1987 to 2010. *Remote Sensing of Environment* 140:165–178. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.08.026>.
- Durán-Alarcón, C. Gevaert, C.M. Mattar, C. Jiménez-Muñoz, J.C. Pasapera-Gonzales, J.J. Sobrino, J.A. Silvia-Vidal, Y. Fashé-Raymundo, O. Chavez-Espiritu, T.W. Santillan-Portilla, N. 2015. Recent trends on glacier area retreat over the group of Nevados Caullaraju-Pastoruri (Cordillera Blanca, Peru) using Landsat imagery. *Journal of South American Earth Sciences*, 59, 19-26.
- Dussaillant, I., Berthier, E., Brun, F., Masiokas, M., Hugonnet, R., Favier, V., Rabatel, A; Pitte, P & L. Ruiz, L. (2019). Two decades of glacier mass loss along the Andes, *Nat. Geosci.*, 12, 802–808.
- Florath, J.; Keller, S.; Abarca-del-Rio, R.; Hinz, S.; Staub, G.; Weinmann, M. (2022). Glacier Monitoring Based on Multi-Spectral and Multi-Temporal Satellite Data: A Case Study for Classification with Respect to Different Snow and Ice Types. *Remote Sens.* 2022, 14, 845. <https://doi.org/10.3390/rs14040845>
- Hall, D. K., Riggs, G. A., & Salomonson, V. V. (1995). Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data. *Remote sensing of Environment*, 54(2), 127-140.
- Hall, D., J. Foster, D. Verbyla, A. Klein, and C. Benson. 1998. Assessment of Snow-Cover Mapping Accuracy in a Variety of Vegetation-Cover Densities in Central Alaska. *Remote Sensing of Environment* 66 (2): 127–140. [https://doi.org/10.1016/S00344257\(98\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S00344257(98)00051-0).
- Herrera-Ossandón, M., Easton, G., Antinao, J.L. and Forman, S.L. 2023. Late Quaternary glacier advances in the Andes of Santiago, central Chile, and paleoclimatic implications. *Front. Earth Sci.* 11:1192812. doi: 10.3389/feart.2023.1192812
- Keshri, A. K., Shukla, A., & Gupta, R. P. (2009). ASTER ratio indices for supraglacial terrain mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 30(2), 519–524. <https://doi.org/10.1080/01431160802385459>
- Mohammadi, B., Pilesjö, P., & Duan, Z. (2023). The superiority of the Adjusted Normalized Difference Snow Index (ANDSI) for mapping glaciers using Sentinel-2 multispectral satellite imagery. *GIScience & Remote Sensing*, 60(1). <https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2257978>
- Paul, F.; Bolch, T.; Kääb, A.; Nagler, T.; Nuth, C.; Scharrer, K.; Shepherd, A.; Strozzi, T.; Ticconi, F.; Bhambri, R.; et al. The glaciers climate change initiative: Methods for creating glacier area, elevation change and velocity products. *Remote Sens. Environ.* 2015, 162, 408–426.
- Raup, B.; Kääb, A.; Kargel, J.S.; Bishop, M.P.; Hamilton, G.; Lee, E.; Paul, F.; Rau, F.; Soltesz, D.; Khalsa, S.J.; et al. Remote sensing and GIS technology in the Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS) Project. *Comput. Geosci.* 2007, 33, 104–125.



Shen, Y., Chen, Y., Bi, Y., Lyu, D., Chen, H., & Duan, S. (2022). Snowfall Microphysics Characterized by PARSIVEL Disdrometer Observations in Beijing from 2020 to 2022. *Remote Sensing*, 14(23), 6025.

Valenzuela-Astudillo, H. C. (2020). Los glaciares rocosos del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana.

Young, S. S. (2023). Global and Regional Snow Cover Decline: 2000–2022. *Climate*, 11(8), 162.

Zhang J, Jia L, Menenti M, Zhou J, Ren S. 2021. Glacier Area and Snow Cover Changes in the Range System Surrounding Tarim from 2000 to 2020 Using Google Earth Engine. *Remote Sensing*. 13(24):5117. <https://doi.org/10.3390/rs13245117>

## 7. Apéndices

### Apéndice 1. Acceso a repositorio de datos

A continuación se detalla cómo acceder al repositorio de las bases de datos para su descarga.

1. Acceder a [Google Cloud Storage](#)
2. Descargar en cualquiera de los dos botones señalados en la imagen siguiente

lobarnechea-glaciares

Location	Storage class	Public access	Protection
us-central1 (Iowa)	Archive	Not public	None

OBJECTS CONFIGURATION PERMISSION PROTECTION LIFECYCLE OBSERVABILITY INVENTORY REPORTS OPERATIONS

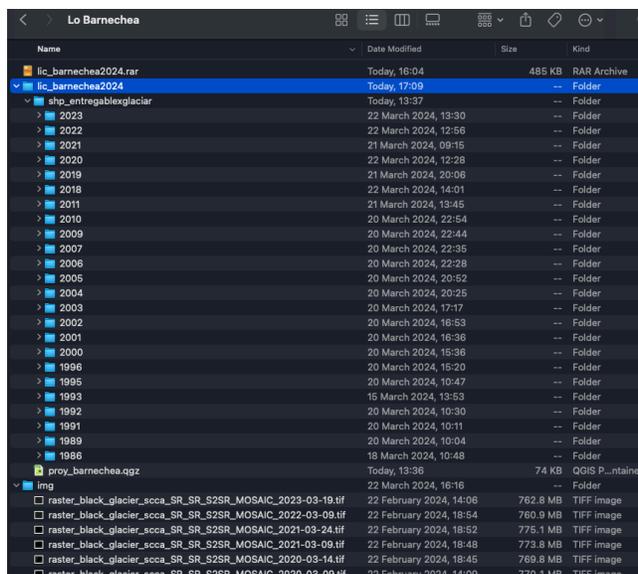
Buckets > lobarnechea-glaciares

UPLOAD FILES UPLOAD FOLDER CREATE FOLDER TRANSFER DATA MANAGE HOLDS EDIT RETENTION **DOWNLOAD** DELETE

Filter by name prefix only Filter objects and folders Show Live objects only

<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Size	Type	Created	Storage class	Last modified	Public	
<input checked="" type="checkbox"/>	img.rar	7.4 GB	application/octet-stream	25 Mar 2024, 16:09:49	Archive	25 Mar 2024, 16:09:49	Not p	
<input checked="" type="checkbox"/>	lic_barnechea2024.rar	473.7 KB	application/octet-stream	25 Mar 2024, 15:51:10	Archive	25 Mar 2024, 15:51:10	Not p	

3. Descomprimir las carpetas
  - a. Shapes: Se encontrará una carpeta por año para las cartografías
  - b. Rasters: Se encontrará una imagen según la siguiente nomenclatura:
    - i. nombre\_proyecto\_indice\_tipo\_tipo\_sensor\_telas\_fecha



## Apéndice 2. Tabla de atributos de shapefiles entregados.

Los shapefile con la delimitación de glaciares descubiertos se entregan con una tabla de atributos con cuatro columnas:

- **ID:** número de ID asignado (Ver Tabla 1 y 2).
- **Glaciar:** Nombre de glaciar.
- **Código:** Código asignado por la DGA en el IPG 2022.
- **AreaDesc:** Área superficie de glaciar descubierta en hectáreas [ha].

Los shapefile con la delimitación de glaciares rocosos y cubiertos se entregan con la tabla de atributos con cinco columnas:

- **ID:** número de ID asignado.
- **Nombre:** Nombre de glaciar.
- **COD\_GLA:** Código asignado por la DGA en IPG 2022
- **COD\_SSCUEN:** Código asignado a sub subcuena por la DGA.
- **Area\_ha:** Área superficie de glaciar rocoso en hectáreas [ha].

## Apéndice 3. Disponibilidad de imágenes en base de datos desarrollada.

Revisión de imágenes disponibles en base de datos generada para el proyecto, según nomenclatura de colores de rojo: no clasifica; verde: clasifica; gris: no hay información.

Año	L5	L7	L8	S2	Observaciones
1986					
1987					Imagen no cubre área de estudio
1988					Imagen disponible, pero faltan muchos pixeles en área de glaciares
1989					Faltan algunos pixeles en área glaciar pero aún es posible



					realizar una delimitación
1990					Img no cubre área de estudio
1991					Faltan algunos pixeles en área de glaciares
1992					Imagen solo entrega información de los glaciares de Yerba Loca
1993					
1994					Img no cubre área de estudio
1995					Faltan pixeles en Área Glaciar
1996					Faltan pixeles en Área Glaciar
1997					No hay img para feb/mar
1998					Imagen disponible, pero faltan muchos pixeles en área de glaciares
1999					Imagen no cubre área de estudio
2000					Faltan algunos pixeles en área de glaciares pero es posible realizar una delimitación
2001					Faltan pixeles en área de glaciares, pero se complementa con L7
2002					Faltan pixeles en área de glaciares, pero se complementa con L7
2003					Faltan pixeles en área de glaciares, pero se complementa con L7
2004					
2005					
2006					Faltan algunos pixeles en el área de glaciares pero es posible realizar una delimitación.
2007					
2008					Imagen no cubre área de estudio
2009					Imagen disponible, pero faltan muchos pixeles en área de glaciares
2010					
2011					Faltan algunos pixeles en área de glaciares pero es posible realizar una delimitación
2012					No hay imágenes
2013					Sólo una imagen de abril y no cubre área de estudio
2014					No cubre área
2015					No cubre área
2016					No cubre área

2017					Imagen disponible, pero faltan píxeles clave en área de glaciares
2018					
2019					
2020					
2021					Imagen disponible pero se descartó delimitación
2022					
2023					

**Apéndice 4. Superficie de glaciares por año de estudio. Tabla 5. Superficie de glaciar descubierta localizada en la comuna de Lo Barnechea entre 1986-2023.**

Glaciar	Paloma Oeste	Paloma Este	Del Rincón	Cerro el Plomo	S/N	Glaciarete S/N	TOTAL
1986	149.69	71.75	69.92	195.13	40.07	15.88	542.44
1989	139.26	67.78	52.02	165.105	34.984	12.695	471.844
1993	143.65	64.19	59.28	173.86	35.83	13.88	490.69
1995	143.65	64.19	56.14	173.47	35.48	13.88	486.81
1996	141.52	61.78	52.18	167.91	34.08	14.25	471.72
2000	138.05	59.22	52.232	165.172	34.56	12.392	461.626
2001	136.19	57.64	54.049	149.74	33.9	12.15	443.669
2002	134.635	57.527	53.074	148.45	33.51	11.846	439.042
2003	133.861	57.327	53.44	146.68	32.92	11.43	435.658
2004	133.861	57.327	53.44	141.19	32.92	11.43	430.168
2005	132.9	55.96	52.04	138.72	32.59	11.23	423.44
2006	132.9	54.78	54.6	147.29	32.59	11.23	433.39
2007	132.9	54.78	57.05	146.24	32.59	11.23	434.79
2010	132.49	51.53	52.41	141.74	33.61	12.03	423.81
2011	129.79	47.7	42.54	137.87	33.32	12.03	403.25
2018	112.589	43.96	17.47	101.59	29.26	10.45	213.729
2019	97.94	28.13	16.1	86.68	26.877	5.37	261.097
2020	80.12	17.3	14.64	71.6	21.63	5.48	210.77

Licitación N° 2735-371-LE23  
"Estudio de Dinámica Glacial"



AgroSpace

2022	72.64	13.23	12.71	64.83	19.86	5.36	188.63
2023	68.57	12.41	12.71	63.06	19.86	5.36	181.97



## CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Centro 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 de correo electrónico el 17 de junio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

“5) Area urbana LB y Sitios Prioritarios.kmz “

