

Plan de Manejo

Santuario de La Naturaleza y Sitio

Ramsar Laguna Conchalí



Octubre, 2016

Versión final Plan de Manejo
Res. Ex. N° 99
09-02-2018
Ministerio del Medio Ambiente

Minera Los Pelambres

Minera Los Pelambres, parte del grupo Antofagasta Minerals, es una compañía minera chilena dedicada a la explotación y producción de concentrado de cobre y molibdeno, a través de una operación de excelencia comprometida con el desarrollo sustentable. Las instalaciones de la compañía recorren 120 kilómetros desde la cordillera al mar, en la provincia del Choapa, Región de Coquimbo. Los Pelambres busca resguardar el medioambiente a través de la eficiencia en el uso de los recursos, el control de sus impactos, y la puesta en valor del patrimonio natural y cultural de la Región de Coquimbo y del país. El año 2011, Los Pelambres recibió el Premio Convención Ramsar para las Américas por su destacada gestión en la protección del sitio Ramsar Laguna Conchalí.

www.pelambres.cl

Wildlife Conservation Society

Wildlife Conservation Society (WCS) es una ONG global de conservación, sin fines de lucro, la cual tiene como misión proteger la vida silvestre y la naturaleza que la alberga a través del desarrollo de ciencia, educación, y acciones concretas de conservación que inspiren a las personas a valorar la naturaleza. WCS imagina un mundo en el que la vida silvestre prospera en ecosistemas terrestres y marinos saludables, siendo ella valorada por la sociedad toda, la cual pueda abrazar y verse beneficiada de la diversidad y la integridad de la vida en nuestro planeta. En Chile, WCS administra el parque Karukinka en Tierra del Fuego, el que utiliza como laboratorio natural para entender y promover, de manera integrada, la conservación de la biodiversidad en Chile.

www.wcs.org / www.karukinka.cl

Centro de Ecología Aplicada

Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA) es una consultora ambiental fundada en 1992. Su principal ámbito de desarrollo es el estudio de ecosistemas naturales, teniendo gran experiencia en soluciones a problemáticas provenientes del uso de los recursos naturales, además colabora en la toma de decisiones y soluciones direccionándola en beneficio del medioambiente y de las actividades que se desarrollan en él. CEA Ltda. patrocina y promueve estudios científicos relevantes para el conocimiento de la diversidad biológica y la dinámica de patrones y procesos de los ecosistemas del país.

www.cea.cl

Resumen Ejecutivo	4
1. Preámbulo.....	5
2. Dinámica general de humedales costeros y el rol de manejo	7
3. Descripción de la Laguna Conchalí.....	9
3.1 Ubicación y contexto socioeconómico	9
3.2 Contexto climático e hídrico	11
3.3 Valores de biodiversidad	13
3.4 Estado de conservación y manejo hasta la fecha	16
4. Metodología.....	18
4.1 Zonificación y Gobernanza	18
4.2 Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación.....	18
4.2.1 Evaluación de Reducción de Amenazas (ERA).....	18
4.2.2 Manejo adaptativo	20
4.3 Plan de seguimiento ambiental	21
5. Meta de este Plan de Manejo	23
6. Zonificación propuesta para la Laguna Conchalí	24
7. Identificación de Amenazas	27
7.1 Cambios en el régimen hídrico.....	29
7.2 Especies exóticas invasoras	34
7.3 Perros vagos	35
7.4 Falta de conocimiento y valoración de la Laguna.....	36
7.5 Falta de enfoque de paisaje en la gestión.....	36
7.6 Falta de un modelo de Gobernanza	37
8. Modelo Conceptual	38
9. Acciones prioritarias de conservación	40
9.1 Respecto a los cambios en el régimen hídrico	40
9.2 Respecto a las especies exóticas invasoras.....	40
9.3 Respecto a perros vagos.....	41
9.4 Respecto a la falta de conocimiento y valoración de la Laguna	41
9.5 Respecto a la falta de enfoque de paisaje en la gestión	42
9.6 Respecto a la falta de un modelo integrado de Gobernanza	42
10. Plan de Seguimiento Ambiental	45
11. Plan Operativo.....	54
Referencias Bibliográficas.....	63
Anexos	71

Resumen Ejecutivo

Chile es país signatario de la Convención Ramsar, la cual promueve la conservación de Humedales de Importancia Internacional, planificando su uso sostenible. En Chile, doce sitios han sido designados sitios Ramsar, entre los que se encuentra desde 2004 la Laguna Conchalí; una laguna costera ubicada en la comuna de Los Vilos, Región de Coquimbo.

La Laguna Conchalí se encuentra en terrenos de propiedad de la Minera Los Pelambres (MLP), compañía que se comprometió a su protección y restauración en el largo plazo, en el marco de la aplicación de medidas de compensación, derivadas de los impactos ambientales de su Proyecto Integral de Desarrollo asociado a la explotación minera que realiza en la zona Andina de la Región de Coquimbo. MLP adquirió el compromiso de protección de la Laguna en el año 1997, y en el 2000, la empresa logra su designación como Santuario de la Naturaleza.

La elaboración de planes de manejo para los santuarios de la Naturaleza sitios Ramsar es uno de los compromisos derivados de la Declaración de Santuario y asociados a la Convención. Con el presente documento, Minera Los Pelambres, como administrador del sitio, responde al llamado del Ministerio de Medio Ambiente y de la Convención Ramsar, presentando un Plan de Manejo que busca guiar las acciones de conservación en el sitio, manteniendo las características ecológicas de la Laguna Conchalí para su disfrute por las actuales y futuras generaciones. Constituye éste un aporte privado a la protección del patrimonio natural de nuestro país, y a la conservación de un humedal chileno de relevancia global.

Para la construcción de este plan de manejo se realizó un análisis de la condición hidrológica y ecológica de la laguna desde el inicio de su monitoreo (1998) hasta datos de abril de hasta abril de 2015, sumado a entrevistas a actores claves y grupos de interés como ONGs locales.

En base a lo anterior fue posible identificar seis amenazas a la conservación de la Laguna Conchalí: cambios en el régimen hídrico, especies invasoras y perros vagos (amenazas directas); y la falta de conocimiento y valoración de la Laguna, falta de enfoque de paisaje en la gestión, y la falta de un modelo de gobernanza (amenazas indirectas).

Para cada una de las amenazas identificadas, se proponen objetivos a alcanzar, en base a la ejecución de una serie de actividades específicas. Asimismo, se propone un seguimiento ambiental mínimo para el sitio.

El presente informe se presenta como "un documento vivo" que guiará la gestión del sitio pero que, a su vez, se nutrirá de los avances realizados y de las cambiantes condiciones del sistema ambiental y social donde se inserta la Laguna Conchalí.

1. Preámbulo

El Santuario de La Naturaleza Laguna Conchalí y sitio Ramsar es uno de los humedales representativos del mediterráneo centra de Chile y Minera Los Pelambres en su calidad de Administrador debe velar por los lineamientos internacionales de protección y del País que apuntan a garantizar la gestión eficaz de todos los humedales del territorio nacional; promover su uso racional; y cooperar internacionalmente con respecto a humedales transfronterizos, sistemas de humedales compartidos, especies compartidas y proyectos de desarrollo que puedan afectar a estos ecosistemas¹. En nuestro país el encargado de velar por el cumplimiento de los compromisos de los Santuarios de la Naturaleza y de la Convención Ramsar es el Comité Nacional de Humedales, coordinado por el Ministerio de Medio Ambiente, a través del diseño, implementación y seguimiento de la Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales en Chile² y de su respectivo Plan de Acción.

En Chile, doce sitios han sido designados **Humedales de Importancia Internacional**, entre los que se cuenta la Laguna Conchalí; una laguna costera ubicada en la comuna de Los Vilos, Región de Coquimbo (Imagen 1).



Imagen 1. Vista panorámica de la Laguna Conchalí, Humedal de Importancia Internacional, en la Región de Coquimbo, Chile.

¹Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves

²Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile. Diciembre 2005. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

La Laguna Conchalí se encuentra en terrenos de propiedad de la Minera Los Pelambres (MLP), compañía que se comprometió a su protección y restauración en el largo plazo, en el marco de la aplicación de medidas de compensación derivadas de los impactos ambientales de su Proyecto Integral de Desarrollo³. MLP adquirió el compromiso de protección de la Laguna en el año 1997, y en el 2000, la empresa logra su designación como Santuario de la Naturaleza⁴. Con el objeto de fortalecer aún más su protección, y en un esfuerzo por aportar a la gestión nacional de la conservación de biodiversidad, este ecosistema fue declarado Sitio Ramsar en el 2004, como resultado de la gestión conjunta de MLP y el Ministerio de Medio Ambiente, convirtiéndose en el primer humedal de propiedad privada en alcanzar esta categoría en el país. Con ambas designaciones de protección, MLP ha asumido públicamente el compromiso de trabajar para conservar las características ecológicas de la Laguna, dentro de sus capacidades de gestión.

Uno de los compromisos que derivan de la declaratoria de Santuario y de la Convención Ramsar es el de desarrollar un plan de manejo para cada humedal designado, el cual sirva de instrumento de gestión para su conservación, a la vez de establecer estructuras jurídicas y administrativas adecuadas para su implementación.

Con el presente documento, Minera Los Pelambres responde al llamado, presentando un Plan de Manejo para Laguna Conchalí, que permita planificar la gestión para mantener sus características ecológicas, para su uso y disfrute por las actuales y futuras generaciones. Constituye éste un ejemplo de colaboración público-privada para la protección del patrimonio natural de nuestro país y **un modelo posible de replicar** en la integración requerida para la conservación del patrimonio natural chileno.

³ Resolución Exenta n°38 del 7 de Abril de 2004.

⁴Decreto Exento N°41 27/01/2000 del Ministerio de Educación.

2. Dinámica general de humedales costeros y el rol de manejo

Los humedales son ecosistemas complejos, afectados no sólo por las actividades que ocurren a nivel local del sitio, sino también muy influenciados por actividades o eventos a escala de la cuenca o incluso a nivel global (Vives, 1996). La estructura y funcionamiento de los humedales está regulada por factores forzantes de distinta jerarquía, siendo aquellos factores de naturaleza física los más importantes, seguidos por los factores químicos y, finalmente, por los biológicos (Figura 1). Cambios naturales o perturbaciones de origen antrópico en estos factores forzantes generan efectos sobre el ecosistema, cuya magnitud y calidad dependerá de la naturaleza de la perturbación (CEA, 2006).

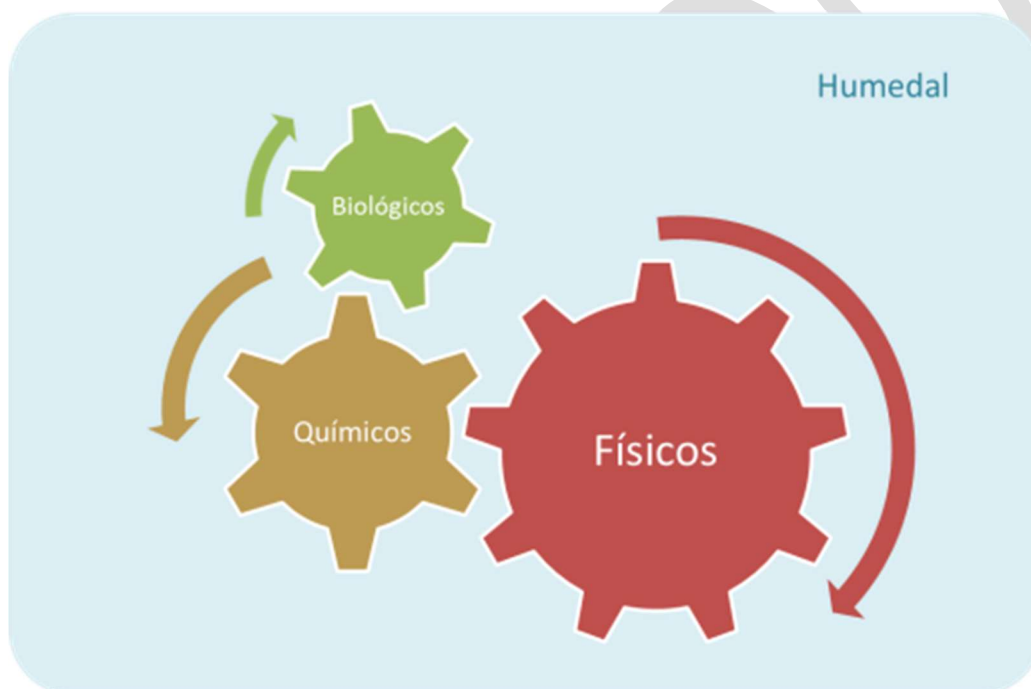


Figura 1. Relación jerárquica entre los factores forzantes que determinan el estado del humedal. Modificado de CEA (2006).

El patrón hidrológico de la cuenca es el principal factor forzante para los humedales. Por ello, diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal generan una variedad de respuestas dentro del humedal, el cual a su vez, es afectado por las condiciones climáticas imperantes. Así, los humedales son reflejo de la condición ambiental de la cuenca y las actividades que allí se desarrollan (CEA, 2006). Por ello, su manejo requiere acciones a las diversas escalas ecológicas y administrativas que afectan a los ecosistemas.

En particular, los principales factores forzantes en los humedales costeros son el caudal de aguas marinas, el caudal de agua dulce y la carga de nutrientes. Todos estos factores

afectan el estado trófico del humedal, lo que tiene consecuencias finales en su conservación.

Los humedales pasan naturalmente de un estado de bajo contenido de materia orgánica (oligotrófico) hacia un estado de alto contenido de materia orgánica (eutrófico), proceso conocido como eutrofización.

La eutrofización es un proceso de envejecimiento de los humedales, el cual altera su estructura y funcionamiento, de manera unidireccional e irreversible (CEA, 2006).

Con respecto al rol del manejo sobre la eutrofización se pueden establecer los siguientes hechos:

- La eutrofización es un proceso natural de enriquecimiento de nutrientes en los humedales, que resulta en la modificación paulatina de su estructura y funcionamiento, y por tanto, de su biodiversidad,
- Aportes antrópicos de nutrientes aceleran el proceso de eutrofización, y
- El manejo integrado de los humedales permite reducir, pero no detener, el proceso de eutrofización

Debido a esto, el rol del administrador del humedal es aplicar medidas de manejo que permitan reducir el efecto antrópico que resulta en la aceleración del proceso natural de envejecimiento del humedal, y de otras perturbaciones que afecten su funcionamiento y biodiversidad. Debe existir una coherencia entre el manejo, las propiedades del humedal, y las perturbaciones que lo afectan.

3. Descripción de la Laguna Conchalí

3.1 Ubicación y contexto socioeconómico

La Laguna Conchalí es un humedal costero ubicado 4 km al norte del poblado de Los Vilos, en la comuna del mismo nombre, Provincia del Choapa, Región de Coquimbo (Imagen 2). Inmediatamente al sur del humedal se encuentran las instalaciones del Puerto Punta Chungo, operado por Minera Los Pelambres para el transporte de mineral.

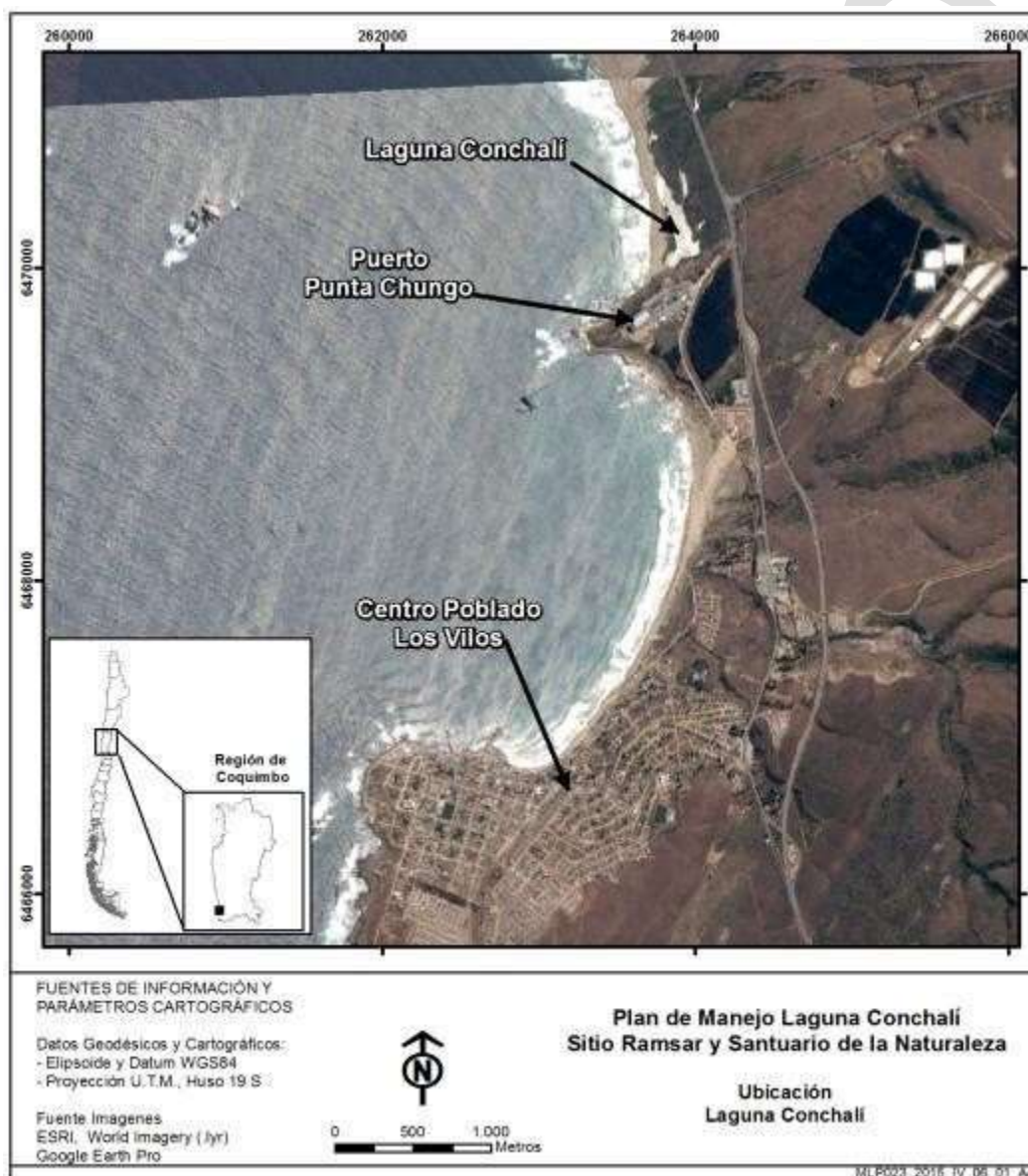


Imagen 2. Ubicación geográfica de la Laguna Conchalí en la Región de Coquimbo, Chile. El puerto Punta Chungo es parte de las operaciones de Minera Los Pelambres.

El humedal se encuentra en la parte baja de la Cuenca del Pupío, siendo su afluente directo el Estero Conchalí. El área declarada Santuario de la Naturaleza abarca 50,9 hectáreas, mientras que el sitio Ramsar comprende 32,5 hectáreas (Imagen 3). A diferencia del Santuario de la Naturaleza, el sitio Ramsar se encuentra exclusivamente en terrenos de propiedad de Minera Los Pelambres, siendo esta su único administrador.



Imagen 3. Límites del Sitio Ramsar y del Santuario de la Naturaleza de la Laguna Conchalí, Región de Coquimbo, Chile.

La comuna de Los Vilos constituye la puerta de entrada sur al Norte Chico de Chile, y mantiene sus características orográficas: en la costa se localizan alturas medianas, con desarrollo de planicies litorales ubicadas a los pies de la Cordillera de la Costa. En el valle interior se encuentran dos valles transversales correspondientes a las hoyas del estero Pupío y río Quilimarí.

La Región de Coquimbo tiene una población de, aproximadamente, 740.000 habitantes, mientras que la comuna de Los Vilos cuenta con 19.000 habitantes (Reportes Estadísticos Comunales, 2012). Cerca del 26% de la población comunal es rural, mientras que un 74% es urbana, habitando en las localidades de Los Vilos, Quilimarí, Pichidanguí, Guangualí y Caimanes.

Los principales rubros productivos de la comuna de Los Vilos son: comercio (20,1% de la ocupación), agricultura (10,8%), pesca (9,5%), transporte (7,2%) y, por último, el sector turismo (hoteles y restaurantes 6,2%)⁵.

3.2 Contexto climático e hídrico

La Región de Coquimbo se caracteriza por tener un clima transicional entre la aridez típica del desierto, y la presencia de lluvias invernales, característica de la zona mediterránea. El clima dominante en el sector de la Laguna -y que se extiende a lo largo de toda la franja costera de la Región- es el de clima de Estepa o Semiárido con nubosidad abundante, con temperaturas mínimas y máximas moderadas (9 y 19°C, respectivamente)⁶.

El clima regional se ve fuertemente influenciado por el fenómeno climático cíclico ENOS (El Niño Oscilación Sur), el cual, en su fase negativa (El Niño) provoca precipitaciones por sobre el promedio anual, mientras que lo contrario ocurre en su fase positiva (La Niña) (Montecinos & Aceituno, 2003). A esta variabilidad se suma la creciente aridez o desertificación, potencialmente asociada a un cambio climático de mayor envergadura. De hecho, las precipitaciones regionales promedio han caído de 170 a 80 mm anuales en los últimos treinta años (Novoa & López, 2001).

La cuenca donde se ubica la Laguna Conchalí tiene un régimen netamente pluvial, con crecidas principalmente en los meses de julio y agosto, las cuales son de carácter breve pero pueden alcanzar grandes caudales. No obstante, el escurrimiento superficial a lo largo del año es, en general, escaso no superando el valor de 1 m³/s en promedio. En los meses de verano, los esteros de la cuenca se encuentran prácticamente ausentes de esorrentía superficial (DGA 2004).

La principal fuente de abastecimiento de agua de la Laguna Conchalí es el estero del mismo nombre, que alimenta el cuerpo de agua, tanto a través de escurrimiento superficial, como del acuífero asociado. Este aporte además se complementa, en los

⁵ Astudillo A. y Riquelme R. 2008. Plan de Desarrollo Comunal Los Vilos 2008-2012. Tomo I; Diagnóstico Global. Ilustre Municipalidad de Los Vilos. [en línea] Disponible en: http://www.munilosvilos.cl/webTransparente/doctos/PLADECO_Tomo1.pdf

⁶ Línea de Base del Proyecto Integral de Desarrollo, Minera Los Pelambres. Disponible en : <http://www.seia.cl>

períodos de alta marea, con ingresos intermitentes de agua marina derivados del oleaje. En algunos años muy lluviosos, las precipitaciones invernales generan un caudal con fuerza suficiente para romper la barrera arenosa que separa la Laguna del mar. A medida que el caudal disminuye, el efecto del viento restablece la barrera de arena, aislándose nuevamente el mar de la Laguna. Estas características permiten clasificar a Laguna Conchalí como un estuario de tipo laguna costera. La dinámica anteriormente mencionada tiene importantes efectos sobre la calidad de agua y el estado ambiental de las lagunas costeras como Laguna Conchalí.

Dependiendo de los aportes de agua dulce de la cuenca y de la frecuencia y duración de la apertura de la barra, la salinidad de una laguna costera puede variar desde una muy baja salinidad, a una condición hipersalina (Ryan *et al.*, 2003), favoreciendo la convivencia de especies propias de ambientes salobres/marinos y aquellas típicamente dulceacuícolas, en una superficie relativamente pequeña. A la vez, el flujo de agua dulce hacia el mar permite la descarga de nutrientes del sistema, produciendo un efecto de “lavado” de éste que previene su eutrofización, problema típico de los humedales costeros, derivado de ser sumideros de los nutrientes y residuos acumulados a lo largo de toda la cuenca.

La conexión entre Laguna Conchalí y el mar depende, sin embargo, de la fuerza de los caudales que llegan a ésta y, por lo tanto, del nivel de precipitaciones, un factor que, como ya se ha mencionado, es de naturaleza variable en la Región, y que además ha tendido a disminuir en las últimas décadas. Desde el año 2004 se ha observado un descenso en las precipitaciones, año que coincide con la última apertura de barra documentada, evento de gran magnitud que se evidencia en los registros históricos de conductividad eléctrica, indicando el ingreso de agua marina por rompimiento de la barra. Desde esta fecha a la actualidad no existen registros de tal magnitud de ingreso de agua de mar a Laguna Conchalí. Tal como sucedió con la precipitación, la tendencia del flujo del caudal en el estero Pupío fue a la baja a partir de 2004. No obstante, la tasa de descenso de este curso de agua no es completamente explicada por la variación de la precipitación, al presentar caudales casi nulos incluso durante el período pluvial. Así, esta disminución de los caudales podría estar asociada al descenso de niveles del acuífero, que desde el año 2004 muestra un descenso sostenido.

Debido a la modificación de la dinámica hidrológica, el humedal ha presentado cambios estructurales definidos por: disminución del cuerpo de agua, aumento del área de vegetación terrestre, aumento del área de dunas y aumento de los sedimento. Todos estos procesos han generado un cambio en el estado de la Laguna, la cual se encuentra en la actualidad con valores de oxígeno disuelto que darían cuenta que su estado trófico es hipereutrófico, según criterios definidos por OECD (1982).

3.3 Valores de biodiversidad

Debido a la alta biodiversidad y nivel de endemismo, la zona mediterránea de Chile ha sido identificada como Hotspot Mundial de Biodiversidad, reconociéndose así como área prioritaria de conservación (Myers et al., 2000). Representativa de los humedales costeros de esta zona, Laguna Conchalí es un humedal en el que se desarrollan procesos ecológicos críticos (p.ej. reproducción, parada migratoria) para algunas de las especies que la habitan, especialmente para **aves acuáticas y peces**, en las cuales radica su designación como *Humedal de Importancia Internacional*. Asimismo, en la Laguna hay presencia de diversas especies en situación de amenaza.

Un total acumulado de 120 especies de **aves** han sido identificadas en monitoreos de la Laguna y sus alrededores. Noventa de estas especies han sido registradas desde 2011 tanto al interior de la Laguna y como en su ladera (Anexo 1, Imagen 4), de las cuales 5 se encuentran en distintas categorías de amenaza⁷, y 55 son acuáticas (incluyendo ribereñas y marinas). Esto representa un 20% de la riqueza de aves acuáticas del país (sensu Vilina *et al.*, 2006). La Laguna es lugar de descanso y refugio para aves migratorias, ofreciendo servicios más allá de la zona de Los Vilos. De hecho, la Laguna Conchalí sirve como sitio de descanso y alimentación de aves migratorias interhemisféricas (p.ej. playero blanco, *Calidris alba*), sudamericanas (p.ej. rayador *Rynchops niger*), y aves migratorias locales (p.ej. cisne coscoroba).

⁷ Según el proceso de clasificación de especies del MMA y la Ley de Caza (N° 19.473, SAG).



Imagen 4. Algunas especies de aves presentes en la Laguna Conchalí. 1. Garza cuca (*Ardea cocoi*), 2. Gaviotas de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), 3. Patos cuchara (*Anas platalea*), 4. Patos jergón grande (*Anas georgica*) con pitotoy (*Tringa flavipes*), 5. Garza grande –al fondo- (*Ardea alba*) con perritos (*Himantopus mexicanus*) y 6. Tagua (*Fulica armillata*).

Con respecto a los **peces**, históricamente, se han registrado cinco especies: el cauque del norte (*Odonthestes brevianalis*), la pochá (*Cheirodon pisciculus*), el puye (*Galaxias maculatus*), el róbalo (*Eleginops maclovinus*) y la lisa (*Mugil cephalus*). Algunas de estas especies, como la pochá y el cauque del norte cumplen su ciclo de vida completo en la Laguna, el resto pueden tener migraciones ocasionales hacia o desde el mar. Tanto el cauque del norte como la pochá, son endémicas y están catalogadas como Vulnerables. Sin embargo, la presencia de las distintas especies de peces ha mostrado ser variable en el tiempo: durante los monitoreos realizados entre 1998 a 2002, se registró presencia de todas las especies mencionadas, con excepción del róbalo. Sin embargo, desde el 2010 a la fecha, los monitoreos sólo han registrado al cauque del norte, pochá y puye.

- La disminución de la riqueza de **peces** es coincidente con la fecha en que cesó la apertura de la barrera arenosa que separa a la Laguna del mar. Esto podría sugerir una relación entre estos dos fenómenos, dado que todas las especies actualmente ausentes pasan parte de su ciclo de vida en el mar.
- Hasta la fecha no se han registrado peces exóticos en el humedal, los que constituyen la mayor amenaza para la fauna íctica en nuestro país (Habit *et al.*, 2006; MLP 2011).

Respecto a los **mamíferos**, habita la Laguna el coipo (*Myocastor coypus*), catalogado como Vulnerable y que encuentra en esta Región su límite norte de distribución. En el hábitat terrestre circundante a la Laguna puede encontrarse al cururo (*Spalacopus cyanus*; en Peligro). Asimismo, en los roqueríos costeros habita el chungungo (*Lontra felina*, en estado de conservación Vulnerable), el cual ocasionalmente ha sido visto en la Laguna.

Entre los **reptiles** se identifican el lagarto de Zapallar (*Liolaemus zapallarensis*) y la culebra de cola larga (*Phyllodrias chamissonis*), ambos clasificados como Vulnerables.

La **vegetación** presente en este humedal posee características halófilas, esto es, tiene gran tolerancia a las condiciones salinas del suelo y del agua, tanto arbustos como hierbas. La única especie de planta en categoría de amenaza es el chagual chico (*Puya venusta*), clasificado como Vulnerable, especie no constituyente del humedal, pero que se encuentra en la ladera de la misma.

Respecto a las **especies invasoras**, recientemente se ha registrado en la Laguna la presencia del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*; Jackson & Jackson, 2009), considerada una de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo⁸. Corresponde este al primer registro de esta especie en el país, para el cual ya se han comenzado a ejecutar acciones de control en la Laguna. No obstante, la mayor cantidad de especies exóticas se encuentra en la flora y la fauna terrestre: casi un tercio de la flora es exótica⁹, y dentro de la fauna destaca la presencia de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), gorrión (*Passer domesticus*), paloma (*Columba livia*) y codorniz (*Callipepla californica*).

La biodiversidad protegida en la Laguna provee **servicios ecosistémicos** variados a la comunidad nacional, entre los que destacan los servicios culturales, relacionados con su uso como área de esparcimiento, espacio para la educación y aprendizaje sobre ecología, tanto por la comunidad local, escolares y avistadores de fauna nacionales y extranjeros, entre otros. En los alrededores del humedal se encuentran 18 conchales, **sitios arqueológicos, considerados monumentos y protegidos**, que datan entre el año 6.200 y 2.700 a.C. y que dan cuenta de la presencia ancestral de grupos de nómadas en la zona. La Laguna también provee servicios de regulación, al contribuir a la estabilización de la línea costera, protegiendo de la erosión directa un tramo de la ruta 5 (Panamericana Norte). A la vez, es capaz de retener nutrientes y contaminantes transportados por el curso de agua, protegiendo la zona costera de Los Vilos, la cual sostiene variadas y ricas actividades de pesca.

⁸ Invasive Species Specialist Group (<http://www.issg.org>)

⁹ Línea de Base Proyecto Integral de Desarrollo, Minera los Pelambres. Disponible en: <http://www.seia.cl>

3.4 Estado de conservación y manejo hasta la fecha

Desde que MLP comenzó con la protección de la Laguna Conchalí, su estado de conservación ha mejorado significativamente. La gestión se centró desde sus inicios en controlar la presencia de ciertas amenazas directas. Entre las medidas implementadas por MLP hasta la fecha, se destacan:

- El retiro de varias toneladas de basura (incluyendo un vehículo que se encontraba sumergido en el humedal).
- La instalación y mantención de una reja alrededor del espejo de agua, para prevenir el ingreso de perros y bañistas
- El ordenamiento de las áreas de esparcimiento -con la instalación de mesas, quinchos y servicios higiénicos- y la construcción de un sendero interpretativo.

Aunque estas medidas han permitido reducir la práctica de actividades prohibidas, como caza y pesca-, éstas persisten en un grado menor, y de manera furtiva, incluyendo también el ingreso de perros vagos.

Un hito en la gestión del humedal fue la creación del Centro Andrónico Luksic Abaroa (CALA), el cual se ubica adyacente a las operaciones del Puerto Punta Chungo y a la Laguna Conchalí. El CALA funciona como Centro de Visitantes de la Laguna, tiene una exhibición permanente sobre el ecosistema y sus especies, así como de la minería del cobre y su relación con el entorno físico, ambiental y social de la Región de Coquimbo. Recibe aproximadamente 35.000 visitantes al año y coordina visitas con escuelas y organizaciones comunitarias de la Región de manera permanente.

El Plan Integrado de Seguimiento y Monitoreo que lleva MLP como parte de sus operaciones mineras, también contribuye al seguimiento de la condición ecológica de la Laguna y a evaluar potenciales eventos que pudieran afectar a la Laguna Conchalí. Este Plan es producto de reuniones de trabajo entre MLP y los órganos con competencia ambiental, en las cuales se han consensuado los contenidos y aspectos relevantes de cada uno de los monitoreos, los que incluyen, por ejemplo, el monitoreo de las aguas de riego provenientes del filtrado del concentrado de cobre que se embarca en Punta Chungo y el chequeo del buen funcionamiento del concentraducto y el resto de estructuras de transporte desde la planta de explotación hasta el embarque. En este sentido, las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) vigentes para la Compañía, asociadas a controles operacionales y de mitigación, son las siguientes:

N° 71/1997 “Expansión Minera Los Pelambres 85000 tpd”; N° 83/1998 “Modificación Muelle Mecanizado Los Pelambres”; N° 95/2000 “Planta FAD Minera Los Pelambres”; N° 108/2002 “Optimización de la Operación Actual a 114 ktpd”; N° 198/2002 “Aumento

Capacidad Tranque los Quillayes”; N° 038/2004 “Proyecto Integral de Desarrollo Minera Los Pelambres”.

Derivado de los procesos de calificación ambiental, MLP diseñó un plan de monitoreo en la Laguna que considera los siguientes aspectos:

- Monitoreo de avifauna de frecuencia trimestral.
- Monitoreo de ictiofauna de frecuencia semestral durante las estaciones de verano e invierno.
- Monitoreo de limnológico de frecuencia semestral durante las estaciones de verano e invierno.
- Monitoreo de flora y vegetación de frecuencia trimestral.
- Monitoreo de vegetación y tamaño de cuerpo de agua durante primavera y verano.
- Control de especie invasora *Pomacea canaliculata*.

La gestión descrita ha permitido mejorar significativamente el estado de conservación de la Laguna Conchalí respecto de su condición original. Sin embargo, considerando que ha transcurrido más de una década desde su declaración como Santuario y sitio Ramsar y, dando cuenta de los compromisos que esta designación conlleva, se presenta a continuación el Plan que guiará el manejo de este sitio por los próximos 5 años.

4. Metodología

4.1 Zonificación y Gobernanza

La zonificación de un área protegida forma parte del plan de manejo de la misma. Asimismo, es esencial contar con una estructura de gobernanza clara para la toma de decisiones asociadas al manejo del sitio.

La zonificación implica ordenar el uso del espacio en base a las potencialidades y características ecológicas y sociales, clasificando e identificando diferentes zonas de manejo que guarden relación con el objetivo y la categoría del mismo (Massera, 2012). En este Plan se adoptó el esquema de zonificación de las Reservas de la Biósfera de la UNESCO, cuya aplicación es recomendada por la Convención Ramsar¹⁰. Este esquema considera la definición de hasta tres unidades o zonas de manejo: la zona núcleo (objetivo de conservación), la zona de amortiguación (para uso recreativo e investigación) y la zona de transición (para uso sustentable).

Por su parte, la “gobernanza” se refiere al sistema de reglas formales e informales que establece quién toma las decisiones, cómo las toma y qué nivel de participación tienen en el proceso los distintos agentes implicados (Borrini-Feyerabend *et al.*, 2006; Roca, 2006). La gobernanza contempla las esferas política, económica y administrativa, las cuales son interrelacionadas e interdependientes (PNUD, 1997). La definición de una estructura clara de gobernanza es una de las necesidades prioritarias para la Laguna Conchalí, para la cual se entrega una propuesta en el presente Plan de Manejo.

4.2 Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación

4.2.1 Evaluación de Reducción de Amenazas (ERA)

La parte central del presente Plan –aquella relacionada con la identificación de objetivos, factores y actividades a implementar– ha sido diseñada utilizando el enfoque de Evaluación de Reducción de Amenazas (ERA; Margoluis & Salafsky, 1998). Este enfoque se basa en la participación y el consenso entre actores relevantes del sitio en cuestión y es coherente con los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación, un marco para el diseño e implementación de proyectos centrado en el manejo adaptativo, elaborado en base a la experiencia de miles de profesionales de la conservación agrupados en algunas de las organizaciones de conservación con mayor experiencia temporal y geográfica del

¹⁰ Nuevos Lineamientos para la planificación del manejo en sitios Ramsar y otros humedales. Resolución VIII.14 (2002), Convención Ramsar.

mundo, tanto gubernamentales, como académicas, y ONGs¹¹. Tratándose la Laguna Conchalí de un sitio Ramsar, el enfoque ERA fue complementado con los *Nuevos Lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales* (2002) y los *Manuales Ramsar para el Manejo de Humedales* (2010a, 2010b).

Bajo esta perspectiva, el Plan de Manejo se diseñó en torno a la identificación participativa de las amenazas directas (aquellas que tienen una relación inmediata con el objetivo de conservación) e indirectas (que son elementos que dan pie para que surjan las amenazas directas, de carácter más amplio) que están actuando sobre los elementos de la biodiversidad que han sido definidos como objetos de interés en el presente plan de manejo.

Una vez identificadas las amenazas, estas son jerarquizadas. La jerarquización se basa en una caracterización cualitativa de cada amenaza, según los criterios de Urgencia (inminencia de la amenaza), Intensidad (magnitud relativa de la amenaza) y Oportunidad (factibilidad de influir sobre la amenaza). A cada amenaza se le asigna un nivel categórico cualitativo (bajo, medio y alto) el cual está asociado a un determinado puntaje (1, 2 y 3, respectivamente), pudiendo identificarse niveles de amenaza intermedios (i.e. bajo/medio y medio/alto), a los cuales se les asignará un puntaje medio de acuerdo a su categoría (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles categórico y puntajes asociados para el proceso de jerarquización de amenazas.

Nivel de amenaza	Puntaje asociado al nivel de amenaza
Bajo	1
Bajo/Medio	1,5
Medio	2
Medio/Alto	2,5
Alto	3

Finalmente, se diseñan actividades específicas enfocadas a reducir aquellas amenazas prioritarias al cumplimiento de la meta del plan de manejo, de manera que se presenta la ejecución priorizada de objetivos estratégicos y sus actividades vinculadas.

¹¹ Conservation Measures Partnership. 2013. Estándares abiertos para la Práctica de la Conservación. 3^{ra} versión. Disponible en: <http://www.conservationmeasures.org>

El enfoque ERA se sintetiza a través del desarrollo de un **modelo conceptual** en el cual se representan, de manera simplificada: la meta y objetivos del manejo, las amenazas prioritarias que afectan su consecución, las actividades presupuestadas, y las relaciones de todos ellos entre sí (Figura 2). Constituye éste un esquema compartido que permite, por un lado, resumir los valores, impactos y acciones en torno a la Laguna, así como servir de hoja de ruta para guiar su monitoreo.

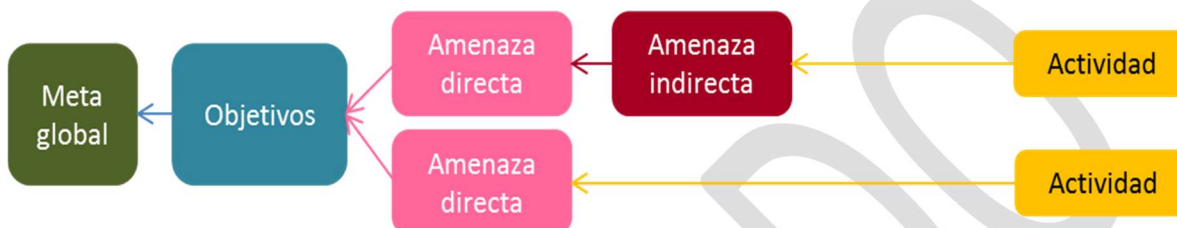


Figura 2. Modelo conceptual bajo la perspectiva de Evaluación de Reducción de Amenazas, simplificado de Margoluis & Salafsky (1998).

La recopilación de información de base para la construcción del modelo conceptual se realizó a través de la revisión y análisis de la información generada por el monitoreo llevado a cabo por MLP desde 1999 y de otros documentos relevantes generados por instituciones de investigación y agencias del gobierno (citados como referencias), así como consultas y entrevistas directas con actores, tanto de MLP como de la comunidad local.

4.2.2 Manejo adaptativo

La conservación de la biodiversidad es una meta compleja que depende de condiciones ambientales y sociales que están en permanente cambio. Por ello, este Plan tiene se fundamenta en la aplicación del principio de Manejo Adaptativo. Bajo este principio, se definen los resultados deseados del manejo, y se plantean intervenciones que se sustentan en supuestos específicos, derivados de la observación y el mejor conocimiento disponible del sitio. A continuación, se monitorea el éxito de dichas intervenciones respecto a la consecución de los objetivos de conservación planteados, y los resultados de este monitoreo se utilizan de manera sistemática para mejorar el manejo, ya sea modificando las intervenciones o los supuestos que las sustentan, en caso de que éstas no estén evidenciado un efecto en el logro de los resultados (Margoluis & Salafsky, 1998). El manejo adaptativo también permite incorporar a la planificación nueva información generada, o cambios en los factores que definieron las intervenciones a realizar (Figura 3).



Figura 3. El ciclo del manejo adaptativo. En función de los resultados del monitoreo, se puede proceder a reformular los objetivos o continuar con el ciclo de aplicación-monitoreo-evaluación. En base a Margoluis & Salafsky (1998).

El monitoreo requerido para la aplicación del manejo adaptativo no es equivalente, ni corresponde, a un monitoreo de las variables ecológicas del sitio, sino que se basa en indicadores diseñados ad-hoc para permitir la verificación del avance y efectividad de las actividades propuestas en el Plan de Manejo. No obstante que el monitoreo debe ser continuo a medida que se avanza en la implementación del Plan, se recomienda realizar una revisión y evaluación mayor del mismo luego de no más de cinco años desde el inicio de la implementación. Esta periodicidad en la revisión es especialmente recomendable para la Laguna Conchalí, dado que es un sitio de alto valor y frágil. Dependiendo del resultado de dicha evaluación podrá definirse con mayor precisión la periodicidad posterior de estas evaluaciones.

4.3 Plan de seguimiento ambiental

El desarrollo de un monitoreo y seguimiento ambiental permitirá “reconocer cambios en las condiciones ecológicas de un humedal durante un determinado período de tiempo, a través de un proceso de medición, predicción y evaluación” (Ahumada *et al.*, 2011). Un programa de seguimiento ambiental es, por lo tanto, un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir evaluar la amplitud y significancia de los cambios que sucedan en el ecosistema.

Los parámetros a monitorear dentro de un programa mínimo de seguimiento ambiental fueron seleccionados en base a los documentos *Conceptos y Criterios Para la Evaluación Ambiental de Humedales*¹², y complementados para profundizar el monitoreo de los efectos de los cambios climáticos e hidrológicos a los que la Laguna está expuesta. Estos parámetros se explicitan en las Tablas 2, 3 y 4.

La presente propuesta de monitoreo ha sido organizada respondiendo a la jerarquización de los factores que modulan los sistemas de humedales: parámetros físicos, químicos y biológicos (Figura 1). Así, en el primer nivel jerárquico de monitoreo a escala de humedal se identifican los parámetros físicos dominantes, representados por las condiciones atmosféricas y el balance hídrico en la laguna, y en particular, los procesos que están relacionados principalmente por medio del tiempo de retención del agua al interior de la laguna. En el segundo nivel jerárquico de la propuesta de monitoreo se identifican los parámetros químicos, los cuales se asocian a la calidad de agua del sistema. Finalmente, en el último nivel del monitoreo se identifican los parámetros biológicos, los cuales representan el objeto principal de la protección conservación y seguimiento de Laguna Conchalí.

¹² Servicio Agrícola Ganadero. 2006. Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales. [en línea] Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-41304_recurso_1.pdf

5. Meta de este Plan de Manejo

La Convención Ramsar explicita la meta de conservación de los humedales de Importancia Internacional, como la Laguna Conchalí, en lograr su conservación y uso racional, definiendo éstos como “el mantenimiento de sus características ecológicas, lograda mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible” (Ramsar, 2010b). A su vez, estas características ecológicas son definidas como la combinación de los componentes, procesos y servicios del ecosistema que caracterizan al humedal en el momento de su designación (Ramsar, 2010c).

En consideración con lo anterior, la meta del presente Plan de Manejo se define como:

"La mantención de las características ecológicas de Laguna Conchalí, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental"

Considerando tanto el estado actual de la Laguna (véase punto 3.2), como el contexto de cambio climático e hidrológico de la zona en la que se desarrolla, se debe clarificar que es altamente esperable observar una variación en la identidad de las especies que frecuentan el humedal. Por lo tanto, en este contexto, la mantención de las características ecológicas se entenderá como la presencia de un conjunto saludable de vida acuática representativa de la zona biogeográfica en la que éste humedal se encuentra.

Una vez identificada la meta global de este Plan de Manejo, se identifican las amenazas presentes en el sistema que afectan a la consecución de la misma. Para cada una de estas amenazas, se establece un objetivo y una serie de actividades prioritarias para asegurar su cumplimiento (punto 8, Modelo Conceptual).

6. Zonificación propuesta para la Laguna Conchalí

En función de los distintos objetivos de manejo, se procedió a definir espacialmente las tres zonas consideradas dentro del esquema de zonificación de Reservas de la Biósfera (UNESCO), incluyendo:

- **Zona núcleo:** corresponde al área legalmente protegida en el largo plazo, donde el objetivo principal es la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En esta zona, las actividades humanas están restringidas a aquellas indispensables y de bajo impacto, tales como investigación y monitoreo.

Esta zona fue definida como el área declarada sitio Ramsar, al no sólo al estar formalmente protegidas, sino también ser el lugar sobre el cual Minera Los Pelambres tiene mayor responsabilidad y capacidad de gestión para llevar a cabo actividades en post de la conservación del sitio, al ser su único propietario y administrador (Imagen 5).

- **Zona de amortiguación:** esta área rodea la zona núcleo y tiene como función, además de la amortiguación de esta última, el desarrollo de prácticas sustentables y cooperativas complementarias a los objetivos de conservación, tales como educación ambiental, recreación, turismo, investigación experimental y manejo de la vegetación, entre otras.

Los límites de esta zona fueron definidos en función de barreras naturales y los usos del suelo ya consagrados. Así, al sur de la Laguna la zona de amortiguación comprende las formaciones de vegetación esclerófila, sendero de interpretación ambiental y área de picnic, cuyo límite está definido por el término de la vegetación nativa y el comienzo del área de faenas del Puerto. Esta zona ya presenta desarrollo de actividades de educación ambiental, las cuales tienen la potencialidad de ser reforzadas y complementadas. La zona de amortiguación fue extendida hacia el suroeste para incluir Punta Chungo, ya que esta área cuenta con un alto potencial para la educación y turismo, al incluir riberas rocosas donde se pueden observar aves marinas que no frecuentan el humedal. Hacia el oeste, la zona de amortiguación se extiende hasta la línea de baja marea de Playa amarilla, donde es habitual observar bandadas de aves playeras que se alimentan en el intermareal, presentando igualmente potencial para desarrollar actividades educativas. Hacia el este se encuentra la ruta Panamericana Norte, la cual queda fuera de la zona de amortiguación al no ser su uso compatible con las actividades propias de esta. Hacia el norte y noreste la zona de amortiguación se extiende hasta el límite del Santuario de la Naturaleza donde, si bien existe un objetivo formal de conservación del área, esta zona no es de propiedad de MLP, siendo por lo tanto restringida su capacidad de gestión sobre la misma (Imagen 5).

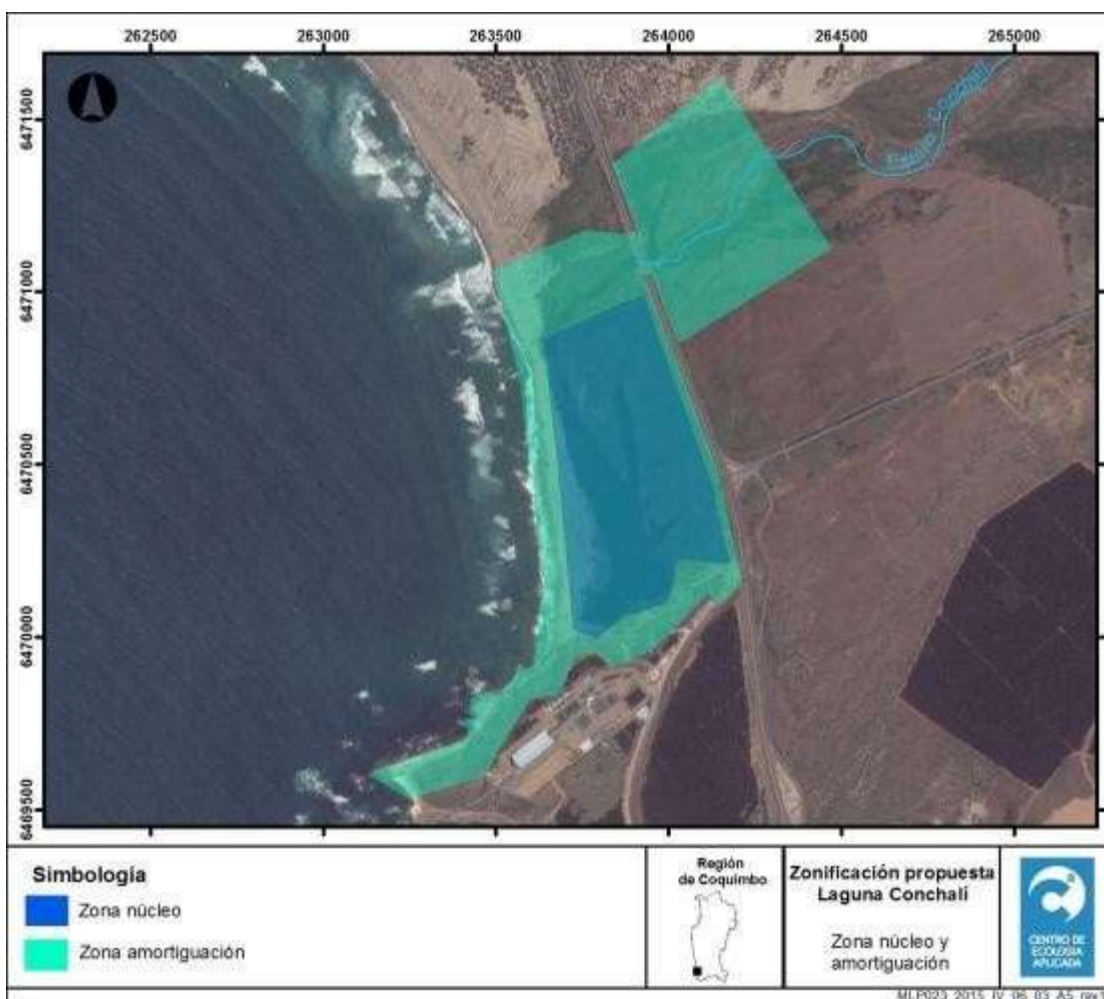


Imagen 5. Resultados de la zonificación, donde se muestran las áreas identificadas dentro del sitio como Zona Núcleo y Zona de Amortiguación.

- **Zona de transición:** definida como un área de uso múltiple relacionada principalmente al desarrollo económico y humano de la zona, en la que se buscará promover el uso sostenible del área vinculándose con los objetivos de conservación del humedal. Tal como reconoce Ramsar, en la sección III de la Resolución VIII.14, los humedales dependen fuertemente del abastecimiento de agua desde fuentes situadas fuera de su perímetro, lo que significa que, a efectos de la planificación, deben considerarse la microcuenca de captación, y otras zonas relevantes (p.ej. centros poblados), pues los usos del agua y de las tierras en estas zonas más extensas afectan indirectamente las características ecológicas del humedal. En este sentido, este plan de manejo define su zona de transición considerando la población de Los Vilos y la micro cuenca del estero Conchalí, en cuya gestión participan múltiples actores: las comunidades locales y sus actividades (p.ej.

consumo de agua, ganadería, etc), diversas empresas, el Estado, y los mismos administradores del área protegida (Imagen 6).

En esta zona es indispensable que MLP, como administrador del sitio Ramsar, trabaje en conjunto con los actores relevantes para promover que las actividades que allí se desarrollan lo hagan de manera sustentable, sin afectar negativamente el área protegida, y para que se produzcan sinergias entre la conservación del humedal y las otras actividades del territorio, potenciando el valor de la Laguna Conchalí para el desarrollo regional. En esta zona se deben focalizar los esfuerzos de difusión, concientización, colaboración, y extensión de los programas de educación.

En este sentido, la Convención de Ramsar promueve, a través de sus Líneas Directrices para la Planificación del Manejo, la mantención de consultas con todos los interesados y la creación de comités intersectoriales de gestión de los Humedales de Importancia Internacional y otros humedales.

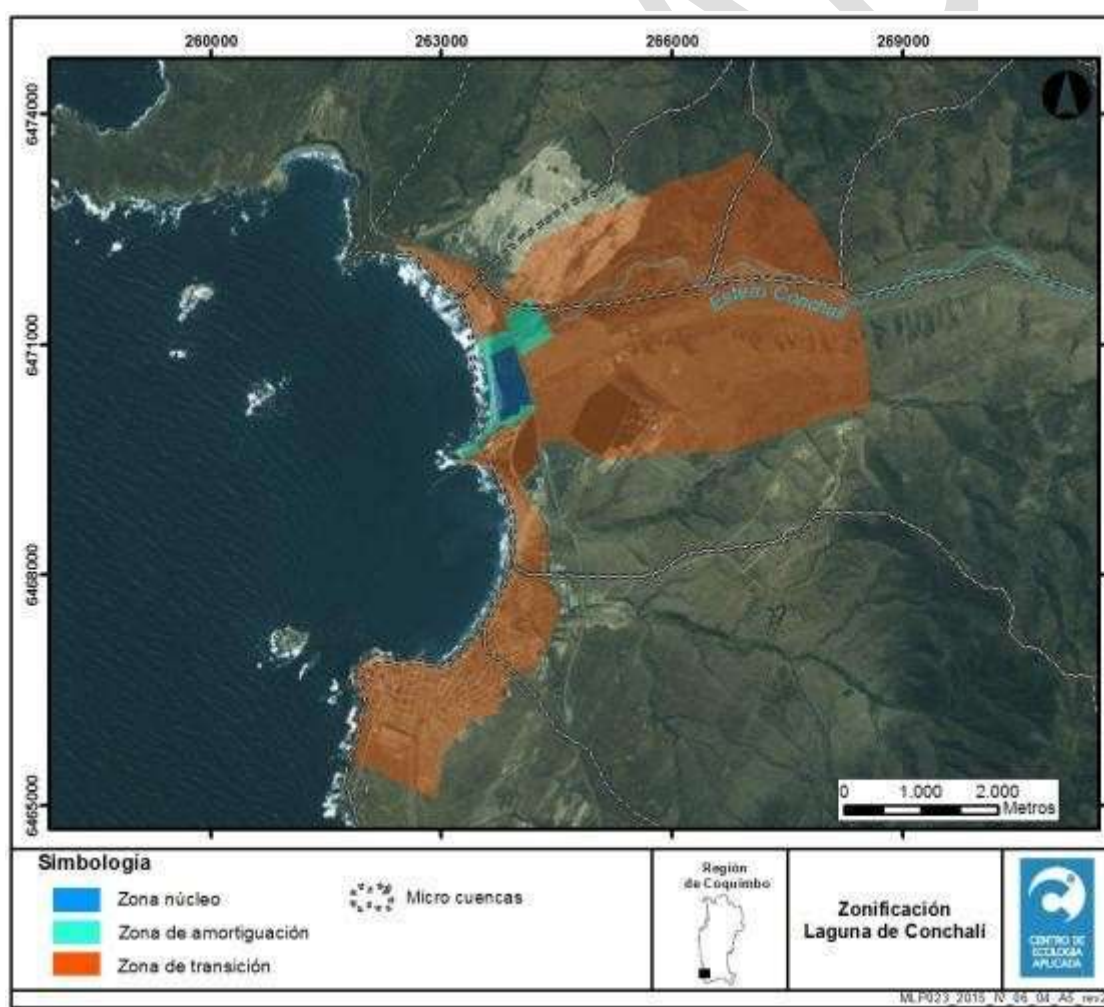


Imagen 6. Resultados de la zonificación, donde se muestran las áreas identificadas dentro del sitio, para la Laguna Conchalí, Región de Coquimbo, Chile.

7. Identificación de Amenazas

Las amenazas directas identificadas para las características ecológicas de Laguna Conchalí y su jerarquización se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para la Laguna Conchalí, Región de Coquimbo, Chile.

Jerarquía					
Amenaza	Urgencia	Intensidad	Oportunidad	Fuente	SUMA*
Cambios en régimen hídrico	Alta	Alta	Media	Extracción de Agua Subterránea/ Cambio Climático	8.5
Especies exóticas invasoras	Media/Alta	Media/Alta	Media/ Alta	Introducción de especies	7.5
Presencia de perros	Media/Alta	Media	Media/ Alta	Carencia de tenencia responsable en los Vilos	7
Contaminación difusa	Media	Media	Baja	Escorrentía superficial esporádica	5

* Mayor detalle en metodología, sección 4.2.1 Evaluación de Reducción de Amenazas, p.18.

Además, se identifican tres amenazas indirectas, esto es, elementos de carácter más amplio que, dando pie a que surjan amenazas directas, afectan el cumplimiento de la meta del Plan de Manejo. La importancia de estas amenazas radica en su transversalidad, implicando la afectación conjunta de amenazas directas, constituyéndose como factores determinantes a considerar en su gestión.

- La falta de valoración de la Laguna,
- falta de enfoque de paisaje en la gestión del humedal, y
- falta de un modelo de Gobernanza integrado para el sitio.

En función de la jerarquización anterior, se priorizaron las tres primeras amenazas para ser abordadas por este Plan de Manejo. La cuarta amenaza identificada, contaminación difusa, entendida como la sumatoria de pequeños aportes puntuales a lo largo de la cuenca (p.ej fertilizantes, plaguicidas, materia orgánica, aguas servidas, etc.) se consideró poco prioritaria para abordar en esta etapa, dado que no se han registrado niveles de contaminantes fuera de lo normal en la Laguna, y que la escasez de precipitaciones y caudal superficial en la cuenca disminuye la probabilidad de que este tipo de contaminación alcance el sitio. Asimismo, la oportunidad de gestión sobre este factor es baja, dado que la escala a la que debe ser abordado es toda la cuenca del Pupío. No obstante, se deberá re-evaluar su relevancia al momento de actualizar el Plan de Manejo, cinco años a partir de esta fecha de presentación.

Hay un **conjunto de factores** que, una vez que se comenzó con la recopilación de información referida a la Laguna Conchalí, se tuvo en cuenta pero que, por diferentes motivos que a continuación se especifican, **no se incorporaron** en el cuerpo del presente Plan de Manejo. Si bien éstos no se configuran como factores o amenazas que abordar de forma estratégica en esta primera fase de implementación del Plan, su revisión se hace imprescindible en el momento de la revisión del propio Plan, dentro de cinco años. Estos factores son:

- **Cambio climático.** Aunque este factor se ha considerado como determinante en la descripción de las características climáticas del sitio y, también, se ha abordado de forma implícita, referido a los cambios en la hidrología y a sus consecuencias potenciales en el avance del rango de distribución de ciertas especies invasoras, es posible que éste haya de ser revisado de forma independiente en el momento de la revisión del Plan.

- Presencia de **perros cazadores.** En una de las primeras visitas a terreno, se reportó como una amenaza el ingreso a la Laguna de perros cazadores, llevados intencionalmente por sus dueños. Percibidos como eventos poco frecuentes, y habiendo una legislación vigente que resguarda los Santuarios de la Naturaleza como “áreas libre de caza” (Ley de Caza N° 19.473), esta situación se consideró de menor relevancia que la presencia de perros vagos en la Laguna, motivo por el cual no se incluyó en este Plan de Manejo, pero sí se considera importante prestarle atención de cara a su próxima revisión.

- Posible **perturbación humana derivada de las actividades recreativas**, como quinchos, realizadas en el lugar. En este sentido, se reconoce la existencia de establecimientos recreativos y de su actividad vinculada que, de forma preliminar, podría ser vista como una fuente, por sí misma, de perturbación al sitio debido a ruidos, pisoteo del terreno, etc. Se decidió abordar esto dentro de una de las amenazas indirectas definidas en este Plan: la referida a falta de conocimiento y valoración del lugar. Aunque con las medidas

propuestas en ese epígrafe se pretende atacar esta posible amenaza, su cuantificación y revisión específica es recomendada.

A continuación se describen las amenazas que serán abordadas por este Plan de Manejo.

7.1 Cambios en el régimen hídrico

De acuerdo a la Convención Ramsar, uno de los requisitos clave para mantener el funcionamiento ecológico de los humedales es:

"Asegurar la asignación de un volumen apropiado de agua de la calidad requerida y en forma oportuna, con el objetivo de mantener el funcionamiento ecológico del cual emergen todos los servicios asociados a este tipo de ecosistema"

Desde que MLP comenzó a monitorear la Laguna Conchalí, ésta ha mostrado un importante cambio en su régimen hidrológico. En una primera etapa (1999-2004), se observaba una alternancia cíclica en el humedal, de laguna hacia estuario. Durante la mayor parte del año, la Laguna se mantenía separada del mar por un cordón litoral arenoso hasta que, en la época lluviosa, el caudal del Estero Conchalí alcanzaba suficiente poder erosivo como para romper la barrera arenosa y conectar temporalmente la Laguna con el mar. En este período se producía un flujo circulante entre ambos sistemas, permitiendo la descarga de nutrientes desde la Laguna, el ingreso de agua salada hacia ésta y el movimiento de fauna, entre otros procesos. Sin embargo, posterior a esta etapa –y coincidente con una creciente escasez de precipitaciones en la zona - **la apertura de la barrera que separa la Laguna del mar no ha vuelto a ocurrir desde el año 2004 a la fecha.** Al mismo tiempo, **desde el año 2007 no se ha registrado escurrimiento superficial** –y por lo tanto, drenaje hacia la Laguna. Esto resulta en una doble modificación en el régimen hídrico de la Laguna: por un lado han disminuido los aportes de agua dulce, mientras que por el otro se ha interrumpido la conectividad con el mar.

Laguna Conchalí ha mostrado una constante reducción de su tamaño con el tiempo, disminuyendo la superficie de su espejo de agua y evidenciándose un constante avance de la duna situada en su margen oeste.

En la Imagen 8 se aprecia la progresiva reducción del espejo de agua, asociada al descenso de los niveles de la Laguna desde 2011. La resolución de las imágenes de la Laguna para años anteriores a este no permite cuantificar su reducción. La variación de la superficie de espejo de agua se cuantifica en la tabla de la misma Imagen, siendo posible estimar una tasa aproximada de pérdida de área de 0,8 ha/año, equivalente al 10% de la superficie existente a inicios del 2011. Así, la reducción total registrada en el período 2011 a 2015 corresponde a cerca de 3 ha, valor cercano al 37% del total del área reportada en 2011.

Por otra parte, se espera que el avance sostenido que presentaba la duna del margen oeste de la Laguna se haya mantenido, acorde a la reducción del tamaño de la Laguna.

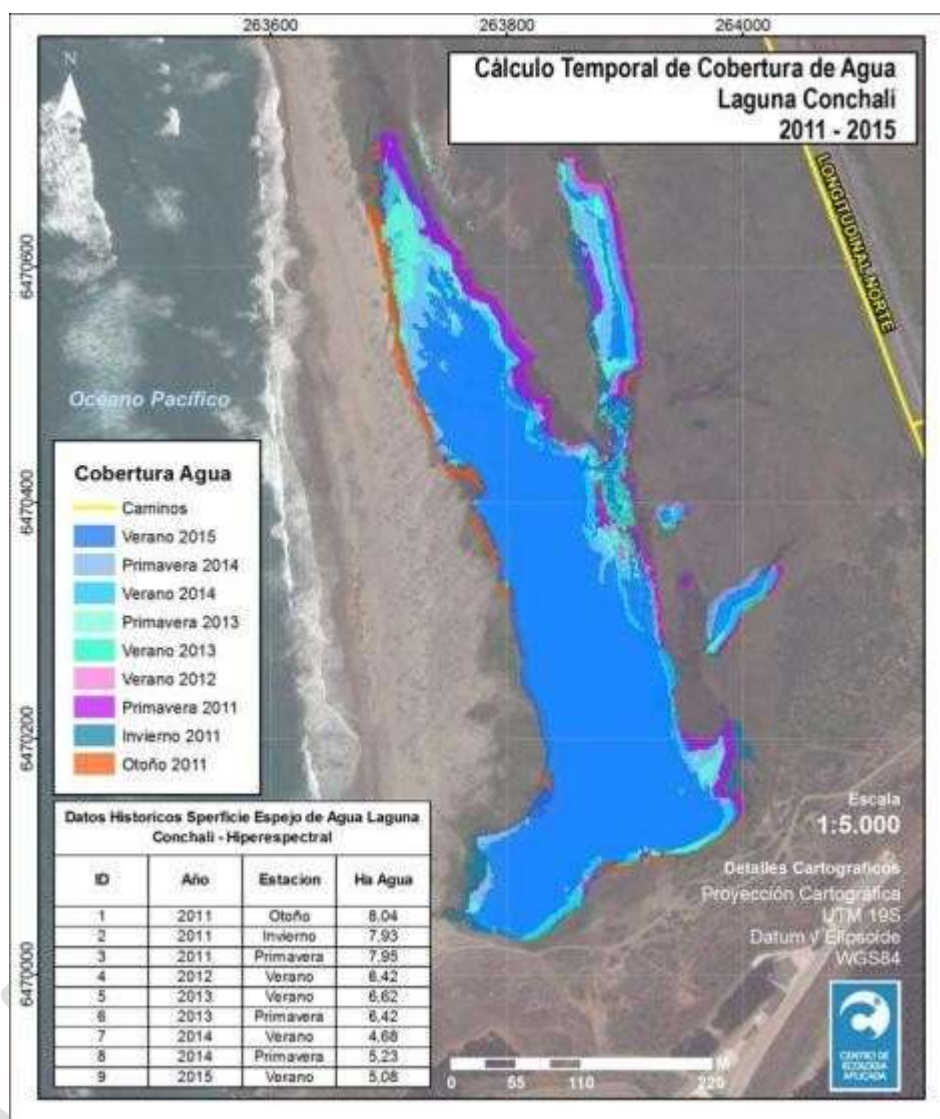


Imagen 8. Evolución temporal de la superficie del espejo de agua de Laguna Conchalí en período 2011 a 2015.

Asociado a los cambios hidrológicos, también es posible identificar cambios en los patrones de vegetación asociada a la Laguna, la cual corresponde a vegetación de tipo terrestre, la cual posee relación con los niveles de la Laguna, mediante los aportes de agua que ella haga a los suelos de sus inmediaciones, como a la vegetación palustre que se desarrolla al interior del cuerpo de agua (principalmente juncos). Es esta última la que ha presentado un mayor cambio en los últimos años, evidenciándose una mayor presencia e internación de ella en la Laguna (Imagen 9). Este proceso está relacionado con los procesos de reducción del cuerpo de agua y a un cambio evolutivo de los mismos, que

presentan una disminución considerable, o incluso el corte total, de los aportes y recargas de sus aguas; lo cual de mantenerse, llevaría al sistema a una condición más semejante a la de una vega y/o pantano.

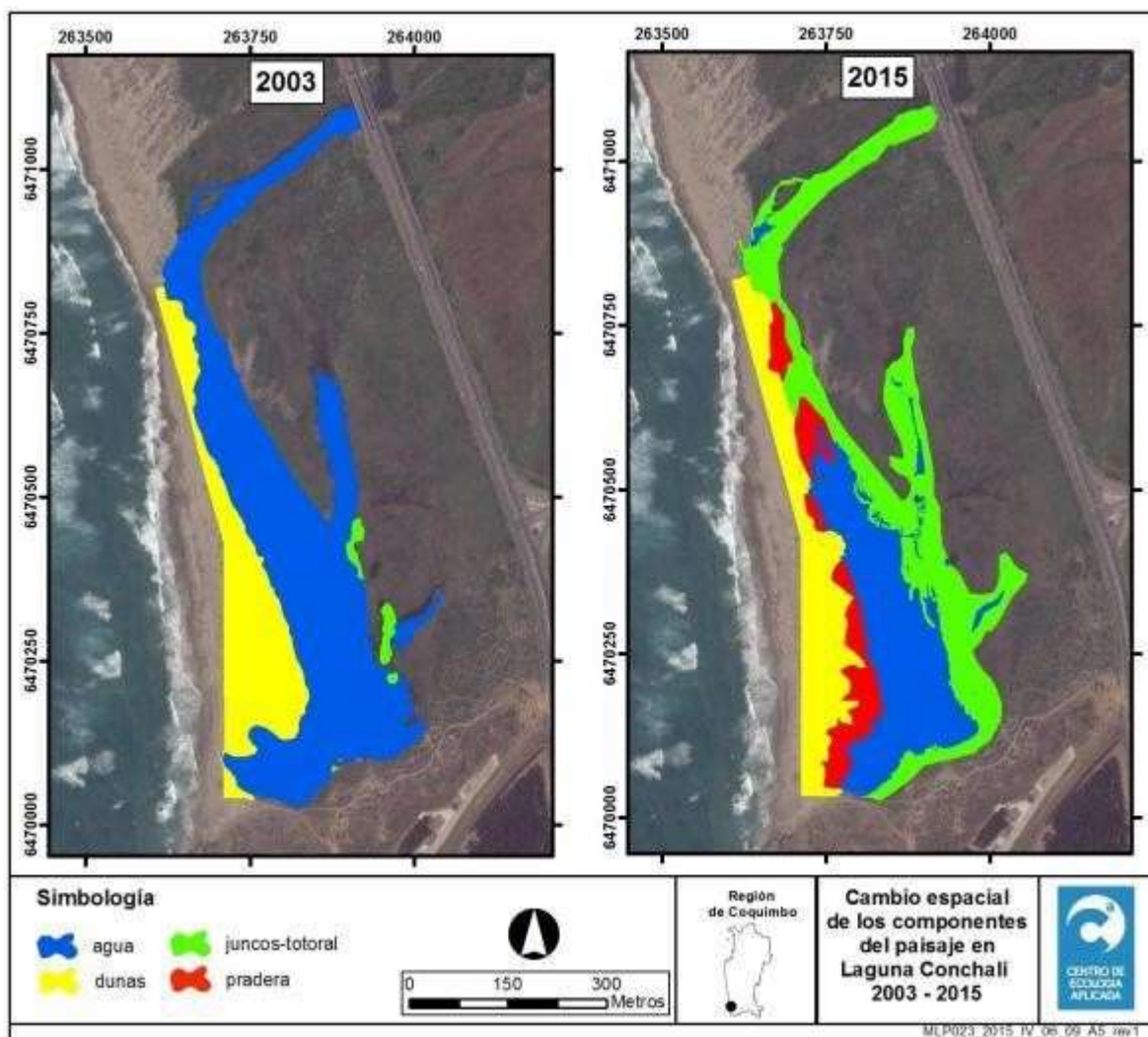


Imagen 9. Evolución de la vegetación asociada a la Laguna Conchalí.

Comprender las causas que están detrás de los cambios hidrológicos que ha experimentado la Laguna Conchalí, sus consecuencias en el mediano plazo, y las medidas que pueden tomarse para revertir esta situación es, por lo tanto, una prioridad para este Plan de Manejo.

Tal comprensión debe tomar en cuenta al menos dos aspectos: por un lado las actividades antrópicas que se realizan en la cuenca del Pupío, las cuales tienen potencial influencia sobre la calidad y cantidad del caudal de agua, así como la variabilidad climática, tanto aquella relacionada con fenómenos con gran influencia en la zona (como es el caso de

Niño), como con aquellos más recientes e inciertos, como es el caso del cambio climático global.

En cuanto a las actividades antrópicas en la cuenca del Pupío, no existen antecedentes claros y cuantificados acerca de la diversidad y magnitud de actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca, aguas arriba de la Laguna, y como éstas podrían afectar tanto la magnitud del caudal superficial como su calidad. Se sabe que en esta cuenca se realizan actividades de agricultura, minería industrial y artesanal, captación de agua potable, ganadería caprina y extracción de áridos (DGA, 2004). Según el Informe *Agua en Chile. Diagnóstico en Cuatro Territorios y Propuestas para Enfrentar la Crisis Hídrica*¹³, se reconoce que uno de los principales conflictos por el agua de esta zona deriva de la extracción indiscriminada de áridos en diversos puntos de la cuenca. Esta actividad, al modificar la morfología del cauce fluvial, podría afectar indirectamente la hidrología de la Laguna Conchalí, por ejemplo, mitigando la fuerza –y por lo tanto el poder erosivo- del caudal del Estero Conchalí en las épocas de crecida, dificultando la apertura de la barrera arenosa.

En torno a la extracción directa de agua en la cuenca, uno de los principales usos es la provisión de agua potable para la población local (Imagen 10). Los Vilos es el poblado más grande de la Comuna, con una población bordea los 19.000 habitantes. En la época estival, sin embargo, la población de esta ciudad aumenta significativamente, en alrededor de 15.000 personas (GORE, 1996). Los Vilos se abastece de agua potable desde pozos ubicados cerca de la desembocadura del estero Pupío, para los que cuenta con derechos de agua equivalentes a 115 l/seg (IPLA Ltda., 1996). Se suma a esto el hecho de que las zonas pobladas costeras de regiones áridas son vulnerables a la contaminación de sus acuíferos por intrusión salina, lo que ocurre cuando los niveles de extracción superan la recarga natural. Este problema ya ha afectado a diversos poblados de la zona norte de nuestro país (DGA, 2005), y monitoreos de MLP en acuíferos de la zona parecen indicar que este fenómeno ya estaría ocurriendo en la cuenca del Pupío. Tomando en cuenta la aridez que ha enfrentado la región de Coquimbo, así como la importante población permanente y flotante de la ciudad, sería crítico conocer de mejor forma la influencia de la extracción del agua sobre la calidad y cantidad de agua de la Laguna Conchalí.

¹³ Frêne, C., Ojeda G., Santibáñez J., Donoso C., Sanzana J., Molina C., Andrade P. & Núñez- Ávila M. 2014. Agua en Chile Diagnóstico territorial y propuestas para enfrentar la crisis hídrica. 73p. Disponible en: www.aguaquehasdebeber.cl

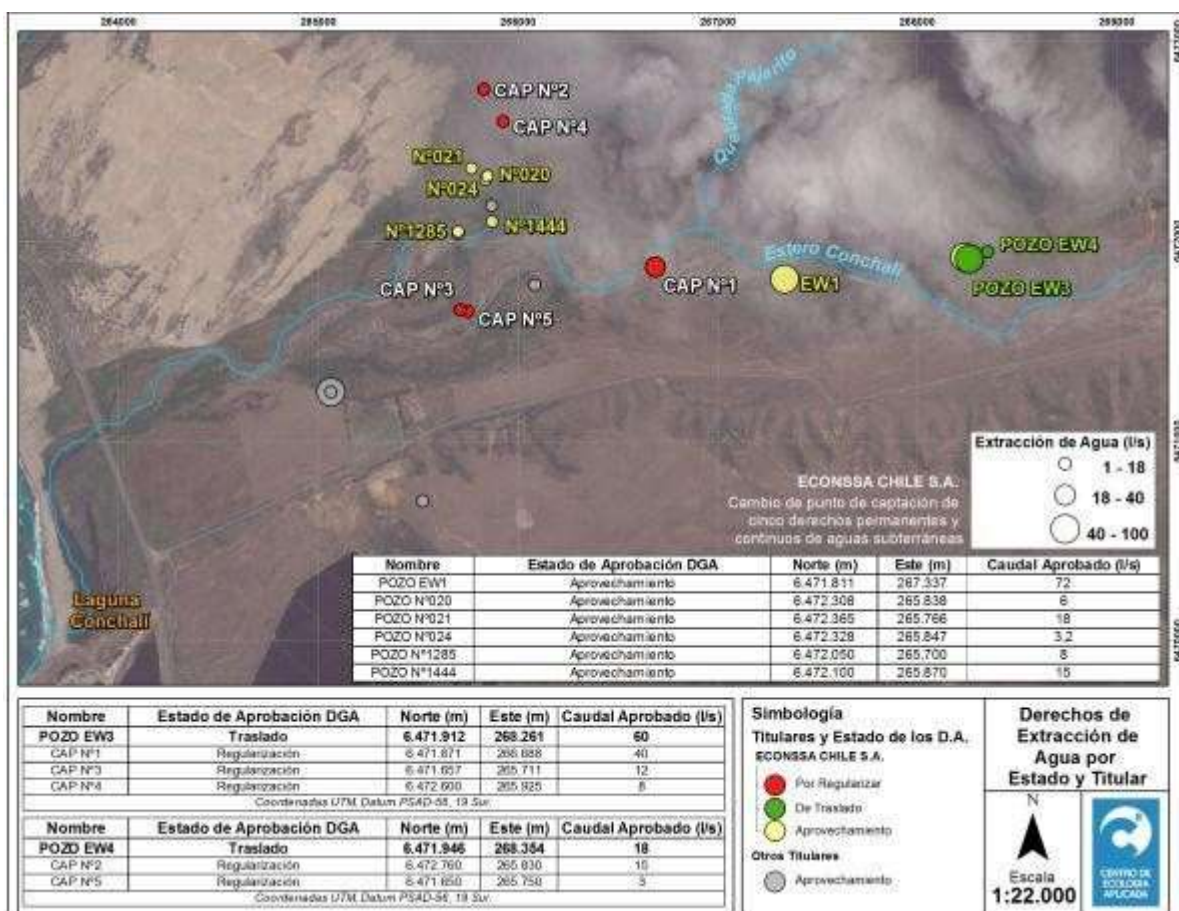


Imagen 10. Localización de los derechos de extracción de agua por estado y titular en la zona de transición. Los círculos rojo, verdes y amarillos corresponden a derechos de agua para provisión de agua potable. Los círculos grises pertenecen a diversos titulares, donde su uso es principalmente agrícola.

Además, desde el año 1985 se reportan problemas en la disponibilidad del agua del Estero Conchali, pues ya entonces la Dirección General de Aguas recomendaba declarar "agotado" el Estero y sus afluentes en relación a sus recursos permanentes de agua, debido a que los derechos de agua en cada bocatoma sobrepasaban ampliamente los caudales permanentes disponibles (DGA, 1985). Asimismo, el informe *Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos* (Banco Mundial, 2011) afirma que la demanda de agua en la IV Región es mayor que la oferta y si bien la Ley 20.017 (dependiente del Ministerio de Obras Públicas y que modifica el Código de Aguas) introdujo la obligación de establecer un caudal ecológico mínimo para cada cauce, esto sólo aplica para la constitución de nuevos derechos de agua, no afectando aquellos ya entregados. La baja disponibilidad de agua en la zona es tal que la Dirección General de Aguas (DGA) ha promulgado numerosos decretos designando el área como zona de escasez hídrica (Decreto N°153 de 2008, n°404 de 2010, N°222 de 2011, N°262 de 2012, N°204 de 2013, N°139 y 372 de 2014, N°88 de

2015 y N°236 de 2015)¹⁴. En cuanto a los efectos del calentamiento global sobre la disponibilidad del agua en la IV Región, la costa de la Región de Coquimbo se perfila como aquella que evidenciará los cambios de mayor magnitud en precipitaciones y cambio en la temperatura (CEPAL, 2012). Ya existen antecedentes que muestran que las precipitaciones en la ciudad de La Serena han disminuido, desde principios del siglo XX hasta la actualidad, en más de un 50% (Novoa & López, 2001).

En resumen, tanto en lo que se refiere a la extracción de agua y los efectos del cambio climático, como a la implicancia de ambos factores sobre la disponibilidad de agua para la Laguna, la capacidad de gestión de MLP como administrador es limitada, al estar vinculada a elementos que exceden su propiedad y su ámbito de gestión. En este sentido, el rol clave de MLP será generar la información científica necesaria para dar cuenta de la relación entre estos factores y la mantención de la Laguna y sus características ecológicas en el largo plazo, para aunar en torno a esta evidencia a los actores relevantes que puedan impulsar decisiones que favorezcan a este ecosistema, convocando al resto de la población y representantes de las actividades económicas que se desarrollan en la zona para ser parte de las iniciativas que se definan.

7.2 Especies exóticas invasoras

Durante la VI Conferencia del Convenio sobre Diversidad Biológica (2002), al que Chile está suscrito desde 1992, se reconoció que las especies exóticas invasoras representan una de las principales amenazas a la biodiversidad, considerándose prioritario el impedir su introducción y apoyar los esfuerzos para su erradicación. También, la Convención Ramsar sobre los Humedales en sus resoluciones VII.14 (1999) y VIII.18 (2002) reconoce que:

"Las especies invasoras son una amenaza importante para la mantención de las características ecológicas de los humedales en todo el mundo y, tales invasiones, pueden provocar daños y pérdidas sociales y económicas de gran consideración"

Entre las especies exóticas que se encuentran en la Laguna Conchalí, se ha registrado el **caracol manzana** (*Pomacea canaliculata*), nativo de la región tropical de Sudamérica y considerado como una de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo según la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) (Lowe *et al.*, 2004). Los humedales invadidos por *P. canaliculata* pueden sufrir grandes cambios a nivel ecosistémico, ya que esta especie tiene el potencial de eliminar la vegetación acuática, impactando considerablemente la

¹⁴ DGA. Planilla Decretos Zona de Escasez Hídrica (2008-2015). Disponible en : <http://www.dga.cl/ADMINISTRACIONRECURSOSHIDRICOS/DECRETOSZONASESCASEZ/>

comunidad completa del humedal (Carraniga & Estebenet, 1984; Jackson & Jackson, 2009). Gracias a los monitoreos que desarrolla MLP en la Laguna, en febrero del año 2009, se detectó tempranamente la presencia de este caracol en este sitio (Jackson & Jackson, 2009). Las prospecciones encargadas por MLP entre los años 2010 y 2011 registraron una densidad de 1 individuo por m² (MLP, 2012), por lo que, durante el 2013 al 2014, se llevaron a cabo satisfactoriamente dieciocho campañas de control del caracol, como parte del Plan de Control de *P. canaliculata* en la Laguna.

Existen, asimismo, diversas especies exóticas que potencialmente podrían alcanzar la Laguna Conchalí. Entre ellas destacan la caña común (*Arundo donax*), una planta introducida que reduce la fuente de agua dado su alto consumo de agua (Figuerola *et al.*, 2004), para la cual existen antecedentes de su presencia en la Región de Coquimbo (Marticorena *et al.*, 2001).

Otra especie de preocupación es el sapo africano (*Xenopus laevis*), anfibio invasor y carnívoro que afecta a la macrofauna de humedales, especialmente peces y anfibios (Lobos *et al.*, 2013). Desde el año 2003 se sabe de la existencia de una colonia en la cuenca inferior del río Limarí (IV Región) proveniente de la translocación de ejemplares desde Chile central (Measey *et al.*, 2012).

Finalmente, en la cuenca del Choapa se ha registrado la presencia de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), mientras que en otros humedales costeros de la región se ha detectado la presencia de la gambusia (*Gambusia holbrooki*; Figuerola *et al.*, 2009).

Tal como en el caso de la falta de agua, la tarea prioritaria para MLP en los años venideros de manejo del sitio, será la de hacer un seguimiento a estas y otras especies exóticas en localidades cercanas a la Laguna para prevenir su invasión, así como continuar con el control del caracol *P. canaliculata* u otras especies invasoras que se detecten y requieran la implementación de medidas.

7.3 Perros vagos

Desde un punto de vista ecológico, el perro (*Canis familiaris*) tiene un rol como depredador, vector de enfermedades zoonóticas y competidor con carnívoros silvestres (Boitiani *et al.*, 1995.; Butler *et al.*, 2004; Lenth *et al.*, 2008). La presencia de perros vagos o asilvestrados que afectan a la fauna nativa es un problema que se repite a lo largo de nuestro país. En la Región de Coquimbo, por ejemplo, los perros callejeros son los principales sospechosos de haber generado un brote de distemper en zorros nativos (*Lycalopex sp.*) (Acosta-Jamett *et al.*, 2011), mientras que son comunes los reportes de prensa sobre ataques de perros a guanacos y huemules en parques nacionales. En el sur de nuestro país, la presencia de perros modifica la distribución de especies nativas y/o

amenazas, como el pudú (*Pudu puda*), el zorro chilla (*Lycalopex griseus*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) (Silva-Rodríguez *et al.*, 2010; Silva-Rodríguez & Sieving, 2012; Corti *et al.*, 2010), lo que afecta finalmente a su conservación en el largo plazo.

A diferencia de lo que sucede con otras especies no nativas, la problemática de los perros en áreas silvestres está fuertemente relacionada con la falta de control de perros callejeros de las zonas rurales y urbanas cercanas. En nuestro país, es común que perros que cuentan con un dueño que les provee alimento y refugio, carezcan de un control adecuado, y les sea permitido andar sueltos sin mayor control (Acosta-Jamett *et al.*, 2010). Adicionalmente, la mayor supervivencia y densidad de perros en las zonas urbanas, hace de estas el principal reservorio de enfermedades que luego son transmitidas hacia las zonas silvestres (Acosta-Jamett *et al.*, 2010; Acosta-Jamett *et al.*, 2011).

Según el levantamiento de información en terreno, obtenida en las 40 campañas realizadas desde el 10 de Octubre del 2013 hasta el 29 de Enero del 2014 (Méndez, borrador, 2014) donde se ejecutó la aplicación de Estaciones de Atracción Olfativa, se constata la presencia de perros en el interior de La Laguna Conchalí. De las 40 campañas realizadas, se registra un porcentaje de ocurrencia del 50%. Además, la presencia detectada es intermitente, pero constante. Asimismo, como se refleja en el estudio citado, se constata la entrada a la Laguna a través de cerco perimetral; junto con ello, en muchas ocasiones, las personas que visitaban el humedal lo hacían con sus mascotas sin una correa que las mantuviera sujetas, corriendo éstas por todo el sector sin el mayor cuidado por parte de sus dueños.

La ausencia de una regulación que permita el control de los perros en las áreas protegidas, y que apunte a la tenencia responsable de mascotas en las zonas pobladas, así como el desconocimiento sobre los efectos de los perros sobre el sistema y la fauna silvestre, son las amenazas indirectas clave en esta problemática.

7.4 Falta de conocimiento y valoración de la Laguna

Todas las amenazas directas identificadas se relacionan indirectamente con una falta de conocimiento y valoración de los humedales, su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen, y en particular, a una falta de valoración de la Laguna Conchalí.

7.5 Falta de enfoque de paisaje en la gestión

Por otro lado, la Laguna no se encuentra inmersa dentro de un esquema coordinado de conservación de biodiversidad a escala local y regional, que le permita fortalecer la resiliencia de sus poblaciones y ecosistemas acuáticos nativos frente a las diversas perturbaciones que los afectan. La Laguna Conchalí es un hábitat relativamente pequeño,

insuficiente por sí solo para asegurar la conservación de las especies que la habitan, por lo que es indispensable incluir en su gestión un Enfoque de Paisaje, es decir, coordinar su conservación con iniciativas a mayor escala, que involucren a otros sitios y actores.

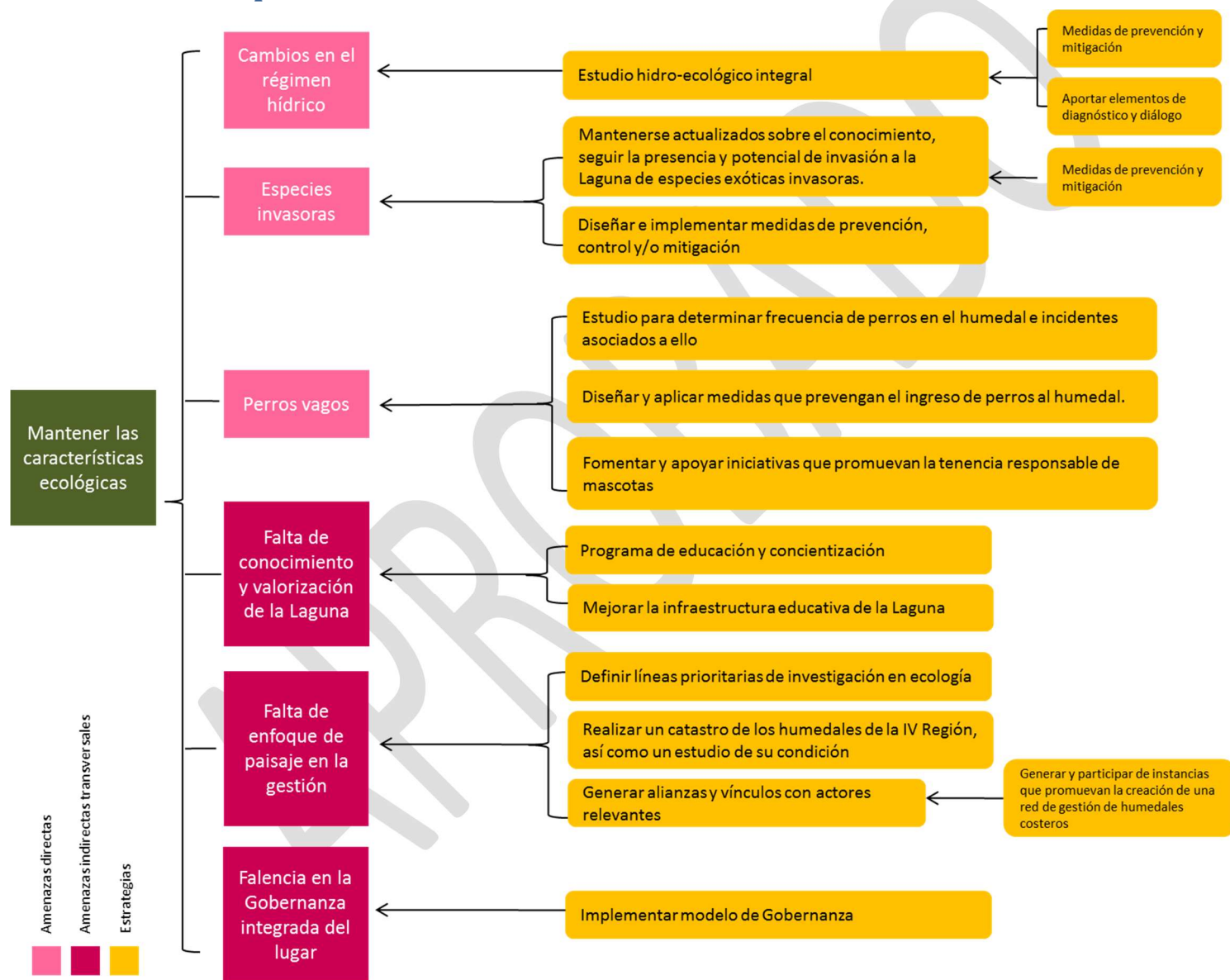
7.6 Falta de un modelo de Gobernanza

Para una gestión adecuada de un área protegida, es indispensable contar con un modelo de gobernanza que permita una adecuada coordinación entre quienes participan de la gestión, a un ritmo acorde con las necesidades del área. En este sentido, gobernanza y eficacia en la gestión están estrechamente relacionados (Dearden *et al.*, 2005; Balloffet & Martin, 2007).

En la actualidad son dos divisiones administrativas de MLP las que tienen responsabilidades sobre la Laguna: la Gerencia de Asuntos Externos y Sustentabilidad, que se encarga oficialmente de la administración, monitoreo de la Laguna y el funcionamiento del CALA; y la Gerencia de Puerto, que se encarga de la vigilancia, y tiene un rol natural en la logística de la administración del sitio, al ubicarse éste adyacente a sus operaciones. El funcionamiento actual provoca algunas dificultades en el flujo de información (p.ej quienes conocen los acontecimientos cotidianos, no conocen la planificación de largo plazo ni los resultados de los monitoreos, y viceversa), la difusión a los visitantes (p.ej las actividades educativas no se relacionan en sus contenidos con las actividades de manejo del sitio), y la toma de decisiones (p.ej toda decisión de manejo debe ser tomada por personal que se encuentra lejos del sitio, produciendo una dilación inherente en la toma de decisiones).

Para abordar esta amenaza, se propone que MLP pueda desarrollar un modelo explícito de gobernanza para la Laguna, que permita coordinar efectivamente a las divisiones internas que participan en el ecosistema.

8. Modelo Conceptual



En este modelo conceptual, que guía el proceso bajo la metodología de Reducción de Amenazas, se incluye:

- La meta de este Plan de Manejo: mantener las características ecológicas de la Laguna Conchalí.
- Las amenazas, tanto directas (cambios en el régimen hídrico, la presencia de especies invasoras y de perros vagos), como indirectas (falta de gobernanza, de valorización de la Laguna y de enfoque de paisaje en su gestión).
- Las estrategias destinadas a reducir las amenazas identificadas, cuyas actividades se detallan en el apartado siguiente.

APROBADO

9. Acciones prioritarias de conservación

A continuación se detallan los seis objetivos establecidos para el manejo de la Laguna Conchalí, uno por cada amenaza directa o indirecta identificada, y las acciones necesarias para abatir o minimizar su efecto sobre la meta de conservación del sitio.

9.1 Respetto a los cambios en el régimen hídrico

Objetivo: Caracterizar y hacer seguimiento a la relación entre hidrología y ecología de la Laguna, proyectando los potenciales cambios en la biota derivados de los cambios climáticos predichos.

Actividad 1. Realizar estudio(s) integrado(s) de hidrología y ecología, en torno a cuatro objetivos:

- Caracterizar y hacer seguimiento de la relación entre hidrología y ecología de la Laguna (por ejemplo: determinar sus fuentes de agua, modelar su hidrogeología, y caracterizar sus grupos funcionales de especies).
- Determinar la vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático para la Laguna Conchalí y efectos potenciales sobre sus valores de biodiversidad.
- Determinar el avance del proceso de eutrofización en la Laguna y pronósticos en escenarios futuros.
- Monitorear los Caudales de ingreso superficial y niveles freáticos asociados a la Laguna

Actividad 2. Convocar a especialistas en humedales nacionales e internacionales, para que, en función de los resultados de la Actividad 1, se diseñen e implementen medidas de prevención, mitigación y/o adaptación, según corresponda.

9.2 Respetto a las especies exóticas invasoras

Objetivo: Mantenerse actualizados sobre el conocimiento, presencia y potencial de invasión a la Laguna de especies exóticas invasoras aplicando medidas para prevenir su invasión, y continuar las medidas de manejo de *Pomacea canaliculata*, evaluando su éxito y continuidad.

Actividad 3. Mantenerse actualizados sobre el conocimiento, seguir la presencia y potencial de invasión a la Laguna de especies exóticas invasoras.

Actividad 4. Diseñar e implementar, junto con actores relevantes del ámbito público, medidas de prevención, control y/o mitigación en función de los resultados de la Actividad 3.

9.3 Respetto a perros vagos

Objetivo: Determinar frecuencia y efectos de perros en la Laguna, diseñar e implementar medidas para prevenir su ingreso al humedal y fomentar la tenencia responsable de mascotas y el manejo acorde con la triada de salud pública (interacción humano-animal-ambiente).

Actividad 5. Realizar estudios para determinar la frecuencia y efectos de los perros vagos en la Laguna Conchalí, así como el estado de la población canina y tenencia de mascotas en la comuna de Los Vilos, como principal zona fuente de individuos.

Actividad 6. Diseñar y aplicar medidas que prevengan el ingreso de perros al humedal (p.ej. vigilancia por un guardaparque).

Actividad 7. Fomentar activamente, en el humedal y sus inmediaciones, y apoyar a autoridades y agrupaciones ciudadanas en Los Vilos, iniciativas que promuevan la tenencia responsable de mascotas.

9.4 Respetto a la falta de conocimiento y valoración de la Laguna

Objetivo: Fomentar el conocimiento y valoración de la Laguna Conchalí y de los ecosistemas de humedales, a nivel comunal, regional y nacional.

Actividad 8. Diseñar e implementar programa(s) de educación y difusión ambiental en torno a los valores ecológicos, culturales y sociales de Laguna Conchalí, los humedales en general y sus principales amenazas, con foco en al menos tres públicos objetivo: escolares, trabajadores MLP y público general.

Actividad 9. Mejorar la infraestructura educativa de la Laguna. Esto es, mejorar la dotación de telescopios y binoculares del centro de interpretación CALA, extender y mejorar el sendero auto interpretativo, eventualmente instalar un mirador tipo escondite o *birdhide*, entre otras iniciativas que se identifiquen prioritarias para el mejor desempeño de los programas de educación anteriormente diseñados (mayor información en Anexo II).

9.5 Respecto a la falta de enfoque de paisaje en la gestión

Objetivo: integrar la conservación de la Laguna Conchalí en un esquema más amplio de conservación de ecosistemas acuáticos costeros a nivel regional, con el objetivo de favorecer un incremento en su resiliencia.

Actividad 10. Definir líneas prioritarias de investigación en ecología de humedales costeros integrados a la escala de paisaje, generando alianzas con instituciones de investigación regionales para su ejecución.

Actividad 11. Realizar un catastro de los humedales costeros de la IV Región, que incluya una evaluación de su condición y una jerarquización de su importancia ecológica.

Actividad 12. Fomentar y apoyar instancias que promuevan la creación de una red de gestión de humedales costeros a nivel regional, y acciones coordinadas para su conservación.

9.6 Respecto a la falta de un modelo integrado de Gobernanza

Objetivo: contar con modelo explícito de gobernanza para la Laguna, que permita la coordinación y transferencia de información entre todas las unidades administrativas de MLP relevantes en su gestión y la eficiencia en la toma de decisiones.

Se propone el siguiente modelo de gobernanza para la Laguna Conchalí que considera un Comité de Gestión para la toma de decisiones y supervisión a nivel estratégico; así como un Administrador para la toma de decisiones y ejecución de acciones a nivel operativo (Imagen 11).



Imagen 11. Modelo de Gobernanza de la Laguna Conchalí. El Comité de Gestión se compone de un representante de cada división administrativa de MLP involucrada en el manejo. El comité planifica y toma acuerdos, los cuales son implementados por un administrador en terreno, que tiene a su cargo la gestión diaria del sitio.

Actividad 13. Configurar el Comité de Gestión, integrado por la Gerencia de Asuntos Externos y Sustentabilidad y la Gerencia de Puerto.

El Comité de Gestión tendría las siguientes tareas:

- Designar a un administrador para la Laguna, el cual estará a cargo de implementar las actividades de manejo y tomar decisiones operativas. Deberá estar preferentemente en terreno.
- Reunirse semestralmente para establecer las prioridades en las actividades planificadas, evaluar los avances en las actividades en curso, y la consecución de la meta global del Plan de manejo. De manera excepcional, la primera reunión se realizará durante el primer trimestre del año 1.
- Acordar y asignar un presupuesto para la ejecución de tales actividades.

Actividad 14. Nombramiento del Administrador del lugar por parte del Comité de Gestión.

El Administrador tendría las siguientes responsabilidades:

- Implementar y gestionar todas las actividades de manejo de la forma acordada por el Comité de Gestión, y tomar decisiones a nivel operativo.

- Actuar como Punto Focal de la información relacionada con el manejo y monitoreo de la Laguna Conchalí.
- Administrar el presupuesto asignado para los fines anteriores.

Cabe señalar que el propio modelo de gobernanza debe ser sujeto de evaluación y eventual reformulación dentro de un período determinado, en coherencia con los principios del manejo adaptativo. Se debe tomar en cuenta que MLP se encuentra implementando otras áreas de protección de biodiversidad, por lo que podría ser de interés generar un modelo de gobernanza integrado para todas ellas, optimizando el uso de recursos y maximizando el aprendizaje tanto a nivel corporativo, como operativo.

APROBADO

10. Plan de Seguimiento Ambiental

Se indica a continuación, la propuesta de monitoreo mínimo que MLP deberá realizar para controlar los patrones y procesos ambientales que ocurren en Laguna Conchalí. El presente plan de seguimiento permitirá conocer las dinámicas temporales y establecer criterios frente potenciales perturbaciones o cambios que ocurran en el ecosistema, informando la gestión del manejo de la Laguna, base clave para la adaptabilidad del Plan de Manejo.

En la actualidad Minera Los Pelambres desarrolla un plan de monitoreo, el cual contempla la evaluación del medio físico, químico y biológico del humedal. El esfuerzo de seguimiento actual ha sido reforzado y actualizado considerándose este en sí mismo como un **plan de seguimiento adaptativo con la capacidad de ampliarse y complementarse** en el caso que fuera necesario antes de la próxima revisión del plan de manejo.

Se elaborara un protocolo de manejo de datos e indicadores que permita establecer y fortalecer acciones futuras para gestionar cambios relevantes en la condición de la laguna en conjunto con las autoridades con competencia.

El presente plan de seguimiento, permite la caracterización ecosistémica integrada y el diagnóstico del humedal, en el que se propone un programa de monitoreo, especificando los parámetros a monitorear, su frecuencia de muestreo, las metodologías y técnicas de medición. Estos parámetros a monitorear se explicitan en las Tablas 3, 4 y 5.

Parámetros ambientales físicos

La evaluación de los parámetros físicos dominantes es relevante para definir el origen de los posibles cambios de los parámetros biológicos y químicos, de esta manera se definen tres elementos para seguimiento: meteorología, hidrología y condición de borde de la Laguna. La integración de estos parámetros de manera temporal permitirá entender el funcionamiento de los elementos físicos que fuerzan el ecosistema.

Se establece la necesidad de contar con sistema de seguimiento continuo y en línea de condiciones meteorológicas (estaciones ya implementadas por MLP), niveles freáticos y nivel de Laguna. En tanto, los parámetros de estimación del espejo de agua y evolución de condiciones de borde ya se realizan en las estaciones de primavera y verano, con la lógica que al comienzo de primavera debería ser la expresión máxima del espejo de agua por las lluvias invernales, y finales del verano el área del espejo de agua se ve drásticamente reducida por disminución de aportes de agua por parte del estero Conchalí y aumento del consumo de agua potable para la ciudad de Los Vilos.

APROBADO

Tabla 3. Propuesta de Parámetros Físicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de la Laguna Conchalí.

Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/ seguimiento	Frecuencias del monitoreo/ Registro	Disponibilidad de la Información/ Método adquisición	Estado del monitoreo
Meteorología	Precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, magnitud y dirección del viento.	Estación meteorológica de registro continuo y transmisión de datos	Registro continuo	Transmitida/Autónomo	Implementado
Hidrología	Medición de nivel freático	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 4 estaciones que logren dar cuenta del gradiente de carga en la napa freática) Se realizará geofísica para determinar la localización	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo	Propuesto
	Medición de nivel de laguna	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo	Propuesto
	Batimetría/ Topografía	Escandallo, ecosonda o Estación Total, según definición de criterios técnicos	Primavera- Verano, cada dos años	Terreno	Propuesto

	Estimación del espejo de agua	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno	Implementado
	Estimación de Caudal de ingreso	Estación autónoma de aforo con sensor de nivel de registro continuo	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo	Propuesto
Evolución de condiciones de borde	Determinación de la dinámica temporal de dunas y barra como condición de borde	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno	Implementado

Parámetros ambientales químicos

Estos parámetros permiten dar cuenta de estado trófico de la laguna y la calidad de agua de la misma, tanto en su columna de agua como el sedimento. Se estima necesario generar un sistema continuo de medición de variables como temperatura y conductividad, para con este último identificar el ingreso de agua marina o presencia de la cuña salina.

Por otra parte, como complemento al monitoreo actual, se propone aumentar el esfuerzo de muestreo espacial, tanto en sentido horizontal como vertical, de variables básicas como pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y clorofila.

La determinación de la condición de sedimentos permite establecer la influencia en los cambios de volumen de agua. Esto modifica la dinámica del sedimento y su interacción como flujo de renovación de nutrientes hacia la columna de agua, lo que finalmente otorga un cambio en la conformación de la Laguna.

Tabla 4. Propuesta de Parámetros Químicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de la Laguna Conchalí.

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición	Estado del monitoreo
Calidad del medio acuático	Calidad de Agua	Medición de variables generales: Temperatura y Conductividad	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 3 estaciones - 1 incluida en medición de nivel)	Registro continuo	Transmitida/ Autónomo o Recuperación mensual de datos/ Autónomo	Propuesto
		Medición puntual de indicadores de la calidad de agua en estaciones definidas al interior de la laguna (Temp., pH, O.D. y C.E. in-situ)	Medición puntual con maleta multiparamétrica en al menos 3 puntos al interior de la laguna (caracterización de diferentes zonas / dulce-salina)	Semestral	Inmediata/Terreno	Implementado en parte
		Medición puntual de clorofila A y otros analitos de interés actual o futuros en estaciones definidas al	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 3 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Semestral	Análisis de laboratorio/Terreno o Inmediata/Terreno	Implementado en parte

interior de la laguna (*estado trófico y nivel de producción, Metales u otros*)

Calidad de Sedimentos	Medición de Potencial Redox, pH, C.E. en muestras de sedimentos	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 3 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Anual primavera/verano	Análisis de laboratorio/Terreno	Propuesto
------------------------------	---	---	------------------------	---------------------------------	-----------

Parámetros ambientales biológicos

En la Laguna existen tres elementos sensibles y de interés para detectar cambios en el ecosistema, estos son: la ictiofauna, avifauna y vegetación. Los dos primeros se definen principalmente por su abundancia y riqueza, donde cualquier cambio sostenido en el tiempo estaría indicando posibles modificaciones en el medio físico y químico. Se sugiere mantener el actual monitoreo, el que está basado en un método observacional cuantitativo, donde la frecuencia de monitoreo para ictiofauna está definida por estacionalidad contrastante (invierno y verano) y la frecuencia de monitoreo para avifauna está definida de manera trimestral, ya que la llegada o salida de grupos migratorios es diferencial.

Dado que en el ecosistema del humedal uno de los elementos de mayor sensibilidad es la vegetación, en la actualidad, se realiza un plan de seguimiento definido por monitoreo de abundancia y riquezas de especies, conducido con frecuencia trimestral. Adicionalmente, se desarrolla una evaluación con herramientas de percepción remota de la condición de la vegetación y su cobertura, dando énfasis en la presencia de unidades descritas por vegetación hidrófila y halófila.

De manera complementaria se propone realizar un análisis de los hábitat faunísticos y su cobertura real, de esta manera establecer relaciones funcionales con grupos de aves o peces.

Tabla 4. Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de la Laguna Conchalí.

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición	Estado del monitoreo
Biológico	Biota Acuática	Caracterización de ictiofauna	Estudio de terreno	Semestral	Inmediata/Terreno	Implementado
	Fauna	Catastro de aves y análisis de cambio en riqueza y abundancia	Estudio de terreno y/o campañas de registro fotográfico autónomo diurno (análisis de <i>time-lapse</i> intensivo en sectores de alimentación y nidificación principales)	Trimestral	Inmediata/Terreno	Implementado
	Vegetación	Identificación y segmentación de agrupaciones vegetacionales	Utilización de imágenes multi o hiperespectral	Primavera – Verano	Inmediata/Terreno	Implementado
		Estimación y análisis del cambio de áreas vegetacionales hidrófilas e halófitas	Utilización de imágenes multi o hiperespectral	Primavera – Verano	Inmediata/Terreno	Implementado
		Determinación de zonas hábitat faunístico	Reconocimiento en terreno de agrupaciones vegetacionales o hábitat para fauna	Trimestral	Inmediata/Terreno	Propuesto

11. Plan Operativo

El presente Plan Operativo tiene por objetivo guiar la implementación de las actividades propuestas en las secciones anteriores. Está compuesto por:

- Plan de monitoreo del Plan de Manejo (Tabla 6).
- Cronograma de implementación del Plan de Manejo (Tabla 7).

Tabla 6: Plan de monitoreo del Plan de Manejo

PLAN DE MONITOREO DEL PLAN DE MANEJO			
Meta Plan de Manejo: Mantener las características ecológicas de la Laguna Conchalí			
Amenaza 1: Cambios en el régimen hídrico			
Objetivo: Caracterizar y hacer seguimiento a la relación entre hidrología y ecología de la Laguna, proyectando los potenciales cambios en la biota derivados de los cambios climáticos predichos.			
Actividades	Indicador	Cómo	Cuándo
A1. Realizar estudios integrados de hidrología y ecología	Caracterización de la relación entre hidrología y ecología de la Laguna realizada	Estudio de hidrología superficial y subterránea, modelación hidrogeológica y caracterización de grupos funcionales	Año 2 y luego cada dos años (actualización a partir de la primera)
	Vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático evaluado	Evaluación a partir de predicciones de cambio climático disponibles	Año 2 y luego cada dos años
	Avance del proceso de eutrofización y pronóstico de escenario futuro identificado	En base a monitoreos anteriores	Año 2 (actualización a partir de la primera revisión)
A2. Convocar a especialistas en humedales nacionales e internacionales, para que, en función de los resultados de la Actividad 1, se diseñen e implementen medidas de prevención, mitigación y/o adaptación, pudiendo estas incorporar medidas de restauración.	Número de reuniones realizadas con especialistas en humedales	Convocar y llevar a cabo la reunión. Acta de reuniones	En base a resultados de actividad A1

Documento con medidas acordadas y cronograma de implementación	Acta de reuniones y borrador del documento	En caso que aplique
--	--	---------------------

Amenaza 2: Especies exóticas invasoras

Objetivo: Mantenerse actualizados sobre el conocimiento, presencia y potencial de invasión a la Laguna de especies exóticas invasoras aplicando medidas para prevenir su invasión, y continuar las medidas de manejo de *Pomacea canaliculata*, evaluando su éxito y continuidad.

Actividades	Indicador	Método	Cuándo
A3. Mantenerse actualizados sobre el conocimiento, seguir la presencia y potencial de invasión a la Laguna de especies exóticas invasoras	Número de especies invasoras que son un riesgo para el humedal	Revisión de información primaria y secundaria, y entrevistas con informantes claves	Año 2
	Programa de control de <i>Pomacea canaliculata</i>	Extracción manual de posturas e individuos	Mensual
	Potencial de invasión de cada especie identificada en la etapa anterior	A partir de información biológica y ecológica de la especie, y de su historial de invasión en otras áreas	Cuando sea necesario en respuesta a los resultados del indicador anterior
A4. Diseñar e implementar, junto con actores relevantes del ámbito público, medidas de prevención, control y/o mitigación en función de los resultados de la Actividad 3	Número de reuniones realizada con actores relevantes	Convocar y llevar a cabo la reunión	Cuando sea necesario en respuesta a los resultados de la actividad anterior
	Documento con medidas acordadas y cronograma de implementación	A partir del acta de reuniones construir un borrador del documento	Cuando sea necesario en respuesta a los resultados de la

actividad anterior

Amenaza 3: Perros vagos

Objetivo: Determinar frecuencia de perros en la Laguna, diseñar e implementar medidas para prevenir su ingreso al humedal y fomentar la tenencia responsable de mascotas y el manejo acorde con la triada de salud pública (interacción humano-animal-ambiente).

Actividades	Indicador	Método	Cuándo
A5. Realizar estudios para determinar la frecuencia y potencial efectos de los perros vagos en la Laguna Conchalí, y tenencia de mascotas en Los Vilos, como principal zona fuente de individuos.	Número de perros avistados en Laguna Conchalí a la semana	Observación	semanal
	Efecto de la visita de perros sobre el humedal	Observación	semanal
	Número de perros vagos en Los Vilos	Estimación de perros vagos	Año 2
A6. Diseñar y aplicar medidas que prevengan el ingreso de perros al humedal	Número de medidas implementadas	Revisar el registro de estado de implementación de medidas	Anualmente
	Frecuencia de avistamiento de perros en Laguna Conchalí disminuye	Comparación de frecuencias estimadas	Anualmente

A7. Fomentar activamente, en el humedal y sus inmediaciones, y apoyar a autoridades y agrupaciones ciudadanas en Los Vilos, iniciativas que promuevan la tenencia responsable de mascotas.	Cantidad de personas con las que se ha compartido el mensaje de tenencia responsable de mascotas	Revisar el registro de visitas guiadas al CALA en el que se entregue explícitamente el mensaje. Registro de participantes a actividades diseñadas especialmente para estos propósitos	Mensualmente
	Cantidad de iniciativas de tenencia responsable de mascotas, externas a MLP, apoyadas por la empresa	Revisar las actas de participación	Anualmente

Amenaza 4: Falta de conocimiento y valoración de la Laguna

Objetivo: Fomentar el conocimiento y valoración de la Laguna Conchalí y de los ecosistemas de humedales, a nivel comunal, regional y nacional.

Actividades	Indicador	Método	Cuándo
A8. Diseñar e implementar programa(s) de educación y difusión ambiental en torno a los valores ecológicos, culturales y sociales de Laguna Conchalí, los humedales en general y sus principales amenazas, con foco en al menos tres públicos objetivo: escolares, trabajadores MLP y público general.	Número de proyectos de los programas de educación y difusión ambiental implementados	Revisar registros	Anualmente
A9. Mejorar/mantener la infraestructura educativa de la Laguna	Número de infraestructuras educativas instaladas o mantenidas	Revisar registros	Anualmente

Amenaza 5: Falta de enfoque de paisaje en la gestión

Objetivo: Integrar la conservación de la Laguna Conchalí en un esquema más amplio de conservación de ecosistemas acuáticos costeros a nivel regional, con el objetivo de favorecer un incremento en su resiliencia.

Actividades	Indicador	Método	Cuándo
A10. Definir líneas prioritarias de investigación en ecología de humedales costeros integrados a la escala de paisaje, generando alianzas con instituciones de investigación nacionales	Líneas de investigación definidas	Reunión con expertos. Revisar acta de las reuniones	Para finales del Año 4
	Alianza de ejecución de estudios firmadas	Convocar y llevar a cabo reuniones. A partir de estas, realizar un borrador de acuerdo	Para finales del Año 4
A11. Apoyar a realizar una revisión de los humedales costeros similares a la Laguna, en el sector mediterráneo, que incluya una evaluación de su condición y una jerarquización de sus principales amenazas y tendencia temporal.	Estudio finalizado	Estudio Técnico	Para finales del Año 3
A12. Fomentar y apoyar instancias que promuevan la creación de una red de gestión de humedales costeros a nivel regional, y acciones coordinadas para su conservación	Número de reuniones realizadas	Convocar y llevar a cabo la reunión. Revisar las actas de reuniones	Anualmente
	Número de acciones conjuntas en marcha	Revisar registros	Anualmente

Amenaza 6: Falta de un modelo integrado de gobernanza

Objetivo: Contar con modelo explícito de gobernanza para la Laguna, que permita la coordinación y transferencia de información entre todas las unidades administrativas de MLP relevantes en su gestión y la eficiencia en la toma de decisiones.

Actividades	Indicador	Método	Cuándo
A13. Configurar el Comité de Gestión, integrado por la Gerencia de Asuntos Externos y Sustentabilidad, y la Gerencia de Puerto	Nombramiento y reconocimiento del comité por parte de MLP	Convocar una reunión para nombrar al comité. Generar documentación formal de MLP en que se reconozca la existencia del mismo	Año 1
	Reuniones de coordinación y trabajo del comité	Acta de reuniones	Semestralmente.
A14. Nombramiento del Administrador del lugar por parte del Comité de Gestión	Nombre del administrador	El comité de gestión debe reunirse y designar un administrador para la Laguna	Año 1

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE LAGUNA CONCHALÍ

Meta Plan de Manejo: Mantener las características ecológicas de la Laguna Conchalí

	AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5		
Trimestre	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ACTIVIDADES POR AMENAZA															
Amenaza 1: Cambios en el régimen hídrico															
A1. Realizar estudios integrados de hidrología y ecología															
A2. Convocar a especialistas en humedales para diseñar e implementar medidas de prevención, mitigación y/o adaptación															
Amenaza 2: Especies exóticas invasoras															
A3. Mantenerse actualizados sobre el conocimiento, seguir la presencia y potencial de invasión a la Laguna de especies exóticas invasoras															
A4. Diseñar e implementar, junto con actores relevantes del ámbito público, medidas de prevención, control y/o mitigación															
Amenaza 3: Perros vagos															
A5. Realizar estudios para determinar la frecuencia y potencial efectos de los perros vagos en la Laguna Conchalí, y tenencia de mascotas en Los Vilos, como principal zona fuente de individuos.															
A6. Diseñar y aplicar medidas que prevengan el ingreso de perros															
A7. Fomentar y apoyar iniciativas que promuevan la tenencia responsable de mascotas															
Amenaza 4: Falta de conocimiento y valoración de la Laguna															
A8. Diseñar e implementar programa(s) de educación ambiental con foco en público objetivo relevante para la conservación de la Laguna.															
A9. Mejorar la infraestructura educativa de la Laguna															

	AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4			AÑO 5		
Trimestre	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Amenaza 5: Falta de enfoque de paisaje en la gestión															
A10. Definir líneas prioritarias de investigación en ecología, generando alianzas con instituciones de investigación nacionales															
A11. Apoyar a realizar una revisión de los humedales costeros															
A12. Fomentar y apoyar instancias que promuevan la creación de una red de gestión de humedales costeros a nivel regional, y acciones coordinadas para su conservación															
Amenaza 6: Falta de un modelo integrado de gobernanza															
A13. Configurar el Comité de Gestión															
A14. Nombramiento del Administrador del lugar															

12. Referencias Bibliográficas

- ABRAMS, P., BORRINI-FEYERABEND, G., GARDNER, J. & HEYLINGS, P. 2003. *Evaluating governance: A handbook to accompany a participatory process for a protected area*. Ottawa, Parks Canada - Tilcepa.
- ACOSTA-JAMETT, G., CLEAVELAND, S., CUNNINGHAM, A. A., & BRONSVOORT, B.M.D. 2010. Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. *Preventive Veterinary Medicine*, 94(3-4): 272–281.
- ACOSTA-JAMETT, G., CHALMERS, W.S.K., CUNNINGHAM, A.A. CLEAVELAND, S, HANDEL, I.G. & BRONSVOORT, B.M.D. 2011. Urban domestic dog populations as a source of canine distemper for wild carnivores in the Coquimbo region of Chile. *Veterinary Microbiology*, 152: 247-257.
- AHUMADA, M., AGUIRRE, F., CONTRERAS, M. & FIGUEROA, A. 2011. Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. Gobierno de Chile. [en línea] Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-53554_guiaConsSeguimientoHumedales2011.pdf
- BANCO MUNDIAL. 2011. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos en Chile. [en línea] Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSPContentServer/WDSP/IB/2011/07/21/000020953_20110721091658/Rendered/PDF/633920ESW0SPAN0le0GRH0final0DR0REV.0doc.pdf
- BOITIANI, L., FRANCISCI, F., CIUCCI, P. & ANDREOLI, G. 1995. Population biology and ecology of feral dogs in central Italy. In: *The domestic dog: its evolution, behavior and interactions with people*. J. Serpell (ed.).
- BORRINI-FEYERABEND, G., JOHNSTON, J. Y PANSKY, D. 2006. Governance of protected areas. In: *Managing protected areas. A global guide*. Lockwood M., Wordboys G.L. & Kothari A. (eds.). London, Earthscan, 116-145.
- BUTLER, J.R.A, DU TOIT, J.T & BINGHAM, J. 2004. Free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) as predators and prey in rural Zimbabwe: threats of competition and disease to large wild carnivores. *Biological Conservation*, 115: 369–378.
- CARRANIGA, N.J. & ESTEBENET, A.L. 1984. Revisión y notas sobre los hábitos alimentarios de los Ampullariidae (Gastropoda). *Historia Natural*, 4: 213-224.
- CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA Ltd., 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Gobierno de Chile. [en línea] Disponible en: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50507_documento.pdf
- CEPAL. 2012. La Economía del Cambio Climático en Chile. CEPAL y Gobierno de Chile. 321 pp. Santiago. [en línea] Disponible en :

http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/S2012058_es.pdf?sequence=1

- CIFUENTES, L.A. & MEZA, F.J. 2008. Cambio climático: consecuencias y desafíos para Chile. Temas de la Agenda Pública Año, 3(19): 1-18.
- COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2005. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile. [en línea] Disponible en: <http://www.proyectogefareasprotegidas.cl/wp-content/uploads/2011/10/Estrategia%20Nacional%20Conservacion%20Humedales.pdf>
- CONDE, D., RODRÍGUEZ-GALLEGU, L. & RODRÍGUEZ-GRAÑA, L. 2003. Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa Atlántica Uruguaya. Informe Final PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA), Montevideo, Uruguay, 75pp.
- CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 2002. Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies. VI Reunión Ordinaria de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica. La Haya, Holanda.
- Conservation Measures Partnership. 2013. Estándares abiertos para la Práctica de la Conservación. 3ra versión. Disponible en: <http://www.conservationmeasures.org>
- CORTI, P., WITTMER, H. U., & FESTA-BIANCHET, M. 2010. Dynamics of a small population of endangered huemul deer (*Hippocamelus bisulcus*) in Chilean Patagonia. Journal of Mammalogy, 91(3): 690–697.
- DEARDEN, P., BENNETT, M. Y JOHNSTON, J. 2005. Trends in global protected area governance, 1992-2002. Environmental Management, 36(1): 89-100.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). 1985. Catastro de usuarios cuencas de los ríos La Ligua, Petorca, Quilimarí y Estero Pupío. Por: Solano Vega y Asociados Ingenieros Consultores. Gobierno de Chile. [en línea] Disponible en: <http://sad.dga.cl/ipac20/ipac.jsp?session=1VX45607M8000.514797&profile=cirh&source=~!biblioteca&view=subscriptionsummary&uri=full=3100001~!1210~!1&ri=2&aspect=subtab13&menu=search&ipp=20&spp=20&staffonly=&term=ESTERO+PUPIO&index=.SW&uindex=&aspect=subtab13&menu=search&ri=2>
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del Estero Pupío. Gobierno de Chile.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. 2005. Estudio de intrusión salina en acuíferos costeros. Sector Costa Quebrada Los Choros, IV Región. Informe Final. Dirección

General de Aguas y Universidad de Chile. 259 pp. [en línea] Disponible en:
<http://documentos.dga.cl/SUB4438.pdf>

- FIGUEROA, J.A., CASTRO, S.A., MARQUET, P.A & JAKSIC, F.M. 2004. Exotic plant invasions to the mediterranean region of Chile: causes, history and impacts. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77: 465-483.
- FIGUEROA, R., SUAREZ, M.L., ANDREU, A., RUIZ, V.H., VIDAL-ABARCA, M.R. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. *Gayana*, 73(1): 76-94.
- FINLAYSON, C.M. 1999. Coastal wetlands and climate change: the role of governance and science. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 56: 621-626.
- FRÊNE, C., OJEDA, G., SANTIBÁÑEZ, J., DONOSOZ, C., SANZANA, J., MOLINA, C., ANDRADE, P. & NÚÑEZ-ÁVILA, M. 2014. Agua en Chile Diagnóstico territorial y propuestas para enfrentar la crisis hídrica. 73p. Con la asistencia de la Unión Europea [en línea] Disponible en: http://www.aguaquehasdebeber.cl/wp-content/uploads/2014/10/agua_chile_2014.pdf
- GOBIERNO REGIONAL REGIÓN DE COQUIMBO (GORE). 1996. Estudio de la población flotante de la zona costera, IV Región. Informe Final. Gobierno Regional de Coquimbo y Dirección Regional de Turismo. 279 pp.
- GRILLAS P. 1996. Identification of Indicators. In: *Monitoring Mediterranean Wetlands: A Methodological Guide*, p 35- 59. Ed. Tomás Vives P. Wetland International Slimbridge, UK, and ICN Lisbon, 150 pp.
- HABIT, E., DYER, B. & VILA, I. 2006. Estado del conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70: 100-113.
- HOLLING, C.S. 1973 Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1-23.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA de CHILE (INE). 2008. Proyecciones de Población Región de Coquimbo. [en línea] Disponible en: http://www.inecoquimbo.cl/contenido.aspx?id_contenido=13
- IPCC, PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. 2001. Cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Tercer informe de evaluación. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. 92p. [en línea]. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
- IPCC, PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A.

(directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. Disponible en:
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

- IPLA Ltda. 1996. Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. [en línea] Disponible en:
http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/bdestudi/index/assoc/HASH01be.dir/DGA001_v2.pdf
- JACKSON, D. & JACKSON, D. 2009. Registro de *Pomacea canaliculata* (Lamarck 1822) (*Ampullariidae*), molusco exótico para el norte de Chile. *Gayana*, 73: 40-44..
- LENTH, B.E., KNIGHT, R.L. & BRENNAN, M.E. 2008. The effects of dogs on wildlife communities. *Natural Areas Journal*, 28: 218-227.
- LINDENMAYER, D.B. & LIKENS, G.E. 2009. Adaptive monitoring – a new paradigm for long-term studies and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, 24: 482–486.
- LINDENMAYER, D.B. & LIKENS, G.E. 2010. The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation*, 143: 1317–1328.
- LOBOS, G., VIDAL, M., CORREA, C., LABRA, A., DÍAZ-PÁEZ, H., CHARRIER, A., RABANAL, F., DÍAZ, S. & TALA, C. 2013. Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 pp.
- LOWE, S., BROWNE, M., BOUDJELAS, S. & DE POORTER, M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12 pp.
- MARGOLUIS, R. & SALAFSKY, N. 1998. Medidas de éxito. Diseño y Manejo de proyectos de conservación y desarrollo. Island Press, Washington, D.C.
- MARQUET, P., ABADES, S., ARMESTO, J., BARRIA, I., ARROYO, M.T.K., CAVIERES, L., GAJARDO, R., GARÍN, C., LABRA, F., MEZA, F., PRADO, C., RAMÍREZ DE ARELLANO, P. & VICUÑA, S. 2010. Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente al a escenarios de cambio climático. Licitación N°1588-133-LE09.
- MARTICORENA, C., SQUEO, F.A., ARANCIO, G. & MUÑOZ, M. 2001. Catálogo de la Flora Vascular de la IV Región de Coquimbo. En libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo (F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez. Eds Universidad de La Serena, La Serena, Chile 7: 105 - 142.

- MASSERA, C.B. 2012. Zonificación en el Área Protegida Marino Costera de la provincia de Chubut empleando Sistemas de Información geográfica para intervenir en Conflictos de Uso. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)* 4: 239-264.
- McGAUGH, S., HENDRICKSON, D., BELL, G., CABRAL, H., LYONS, K., MCEACHRONG, L., & MUÑOZ, O. 2006. Fighting an aggressive Wetlands Invader: A case of Study of Giant Red GHTING AN AGGRESSIVE WETLANDS INVADER: A CASE STUDY OF GIANT REED (*Arundo donax*) and its Threat to Cuatro Ciénagas, Coahuila, México. Disponible en: [http://desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh_etal_2006_Arundo_en_Cuatrociénagas\(bilingue\).pdf](http://desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh_etal_2006_Arundo_en_Cuatrociénagas(bilingue).pdf)
- MEASEY, G.J., RÖDDER, D., GREEN, S.L., KOBAYASHI, R., LILLO, F., LOBOS, G., REBELO, R. & THIRION, J.M. 2012. Ongoing invasions of the African clawed frog, *Xenopus laevis*: a global review. *Biological Invasion*, 14: 2255–2270.
- MÉNDEZ, F. 2014. *Borrador*. Determinación de la existencia de Fauna exótica doméstica al interior del Humedal Laguna Conchalí a través del uso de Estaciones de Atracción Olfativa. Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias del Mar, Escuela de Prevención de Riesgos y Medioambiente. Universidad Católica del Norte, Chile.
- MINERA LOS PELAMBRES (MLP). 2011. Línea Base Laguna Conchalí – Medio Biótico. 82p.
- MINERA LOS PELAMBRES (MLP). 2012. Control de la especie exótica *Pomacea canaliculata* en Laguna Conchalí. Declaración de Impacto Ambiental. 64 pp. + anexos.
- MONTECINO, A. & ACEITUNO, P. 2003. Seasonality of the ENSO-related rainfall variability in central Chile and associated circulation anomalies. *Journal of Climate*, 16: 281–296.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A., & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853–858.
- NOVOA, J.E. & LÓPEZ, D. 2001. IV Región: El escenario geográfico Físico. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo: 13-28. Universidad de La Serena. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile. 372 pp.
- OECD. 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, Assesment and Control. OECD, Paris. 164 pp.
- PICOLO, R. 1989. Growth and aerial biomass distribution in *Medicago arborea* and *Atriplex nummularia*: response to irrigation. In *Jornadas sobre las Bases Ecológicas*

para la Gestión en Ecosistemas Terrestres, Zaragoza (Spain), 13-15 Jun 1988. CIHEAM-IAMZ, 1989.

- REPORTE ESTADÍSTICOS COMUNALES. 2012. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [en línea] Disponible en: http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Los_Vilos
- ROCA, J. 2006. Gobernanza para el desarrollo sostenible. De la teoría a la práctica. Barcelona, Generalitat de Catalunya - CADS.
- RYAN, D.A., HEAP, A.D., RADKE, L., & HEGGIE, D.T. 2003. Conceptual models of Australia's estuaries and coastal waterways: applications for coastal resource management. Geoscience Australia, Record 2003/09, 136 pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO. 2006. Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales. [en línea] Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-41304_recurso_1.pdf
- SILVA-RODRÍGUEZ, E.A., ORTEGA-SOLÍS, G.R. & JIMÉNEZ, J. 2010. Conservation and ecological implications of the use of space by chilla foxes and free-ranging dogs in a human-dominated landscape in Southern Chile. *Austral Ecology*, 35: 765-777.
- SILVA-RODRÍGUEZ, E.A. & SIEVING, K.E. 2012. Domestic dogs shape the landscape-scale distribution of a threatened forest ungulate. *Biological Conservation*, 150: 103-110.
- SOLIS, R., LOBOS, G., WALKER, S.F., FISHER, M. & BOSCH, J. 2010. Presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in feral populations of *Xenopus laevis* in Chile. *Biological Invasions*, 12: 1641-1646.
- SQUEO, F.A., ARANCIO, G. & GUTIÉRREZ, J.R. 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 15: 239 - 251.
- PNUD (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO). 1997. *Governance for Sustainable Human Development*. United Nations Development Programme. [en línea] Disponible en: <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Democratic%20Governance/Discussion-Paper--Governance-for-Sustainable-Development.pdf>
- TAPIA, F. & VILLAVICENCIO, P. 2007. Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Proyecto FONSAG: "Evaluación de biofiltros para reducir la contaminación difusa en aguas de riego de las regiones VI y VII". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. Boletín INIA N°170. 128 pp.
- UNIVERSIDAD CATÓLICA. 2010. Grupo de Cambio Global. "Diagnóstico de los desafíos planteados por el cambio climático en Chile" [en línea] Disponible en:

http://greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2012/04/Diagnostico-Cambio-Climatico_UC_InformeFinal.pdf

- VILINA, Y., COFRÉ, H. & PIZARRO, Z. 2006. Reporte Final Aves Acuáticas en Chile. Waterbird Conservation of the Americas, BirdLife International.
- VIVES, T. 1996. Monitoring Mediterranean Wetlands: A methodological Guide. MedWet Publication; Wetlands International, Slimbridge, UK and ICN, Lisbon. 150 pp.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 1999. "Los pueblos y los humedales: un nexo vital" 7ª. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), San José (Costa Rica), 10 al 18 de mayo de 1999.
- Resolución VII.14 sobre *Especies invasoras y humedales*. [en línea] Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_res_vii.14s.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2002. "Humedales: agua, vida y cultura" 8ª. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) Valencia, España, 18 a 26 de noviembre de 2002.
- Resolución VIII. 14, sobre *Nuevos Lineamientos para la planificación del manejo en sitios Ramsar y otros humedales*. [en línea] Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_res_viii_14_s.pdf
- Resolución VIII. 18, sobre *Especies Invasoras y Humedales*. [en línea] Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key_res_viii_18_s.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2009. Programa sobre comunicación, educación, concienciación y participación (CECoP) para 2009-2015 de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) (Resolución X.8) [en línea] Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_guide_cepa_2009_s.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010a. Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 9. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010b. Manejo de las zonas costeras: Cuestiones concernientes a los humedales y manejo integrado de las zonas costeras. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 12. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010c. Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 1. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2011. Gitay, H., Finlayson, C.M. & Davidson, N.C. A Framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. Ramsar Technical Report No. 5/CBD Technical Series No. 57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.

APPROBADO

Anexos

ANEXO I. Especies de aves registradas por monitoreos (2011 a verano 2015)

Laguna Conchalí y su ladera, Región de Coquimbo, Chile.

		LUGAR DE AVISTAMIENTO	HÁBITAT	ESTATUS	ESTADO DE CONSERVACIÓN (MMA-SAG)
ORDEN PODICIPEDIFORMES					
Pimpollo	<i>Rollandia rolland</i>	C	A	R	
Blanquillo	<i>Podiceps occipitalis</i>	C	A	R	
Huala	<i>Podiceps major</i>	C, L	A	R	
Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>	C	A	R	
ORDEN PELECANIFORMES:					
Pelícano	<i>Pelecanus thagus</i>	C	M	R	
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	C, L	M	R	
Huairavillo	<i>Ixobrychus involucris</i>	C	R	R	R
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	C	R	R	R
Garza grande	<i>Ardea alba</i>	C, L	R	R	
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	C	R	R	
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>	C, L	R	R	
Bandurria	<i>Theristicus melanopis</i>	C, L	R	R	Vu
Cuervo del pantano	<i>Plegadis chihi</i>	L	R	R	En
ORDEN SULIFORMES					
Lile	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	C	M	R	IC
ORDEN ANSERIFORMES					
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>	C	A	R	
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>	C	A	R	
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>	C	A	I	
Pato colorado	<i>Anas cyanoptera</i>	C	A	R	
Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>	C	A	R	
Pato cuchara	<i>Anas platalea</i>	C	A	R	IC

Pato rinconero	<i>Heteronetta atricapilla</i>	C	A	R	R
Pato rana de pico delgado	<i>Oxyura vittata</i>	C	A	R	
Cisne coscoroba	<i>Coscoroba coscoroba</i>	C	A	I	En
Cisne de cuello negro	<i>Cygnus melancoryphus</i>	C	A	I	Vu
ORDEN ACCIPITRIFORMES					
Bailarín chico	<i>Anthus correndera chilensis</i>	C	T	R	
Vari	<i>Circus cinereus</i>	C	T	R	
Aguilucho	<i>Geranoetus polyosoma</i>	L	T	R	
Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	C, L	T	R	
ORDEN FALCONIFORMES					
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	C, L	T	R	
Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	L	T	R	
ORDEN CATHARTIFORMES					
Gallinazo	<i>Cathartes aura</i>	C, L	T	R	
Jote	<i>Coragyps atratus</i>	C, L	T	R	IC
ORDEN GRUIFORMES					
Pidén	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	C	R	R	
Tagüita	<i>Gallinula melanops</i>	C	A	R	
Tagua común	<i>Fulica armillata</i>	C	A	R	
Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>	C	A	R	
Tagua de frente roja	<i>Fulica rufifrons</i>	C	A	R	
ORDEN CHARADRIIFORMES					
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	C, L	R	R	
Chorlo nevado	<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	R	R	
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>	C	M	R	
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>	C	M	R	
Perrito	<i>Himantopus mexicanus</i>	C, L	R	R	
Pitotoy grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	C	R	V	
Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>	C	R	V	
Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	C	R	V	
Playero vuelvepiedras	<i>Arenaria interpres</i>	C	R	R	
Playero blanco	<i>Calidris alba</i>	C	R	V	
Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	C	R	I	
Becacina	<i>Gallinago paraguaiae</i>	C	R	R	Vu
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	C, L	M	R	
Gaviota de Franklin	<i>Leucophaea spixcan</i>	C	M	V	
Gaviota cahuil	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	C	M	R	
Rayador	<i>Rynchops niger</i>	C, L	M	V	
ORDEN PASSERIFORMES					
Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>	C, L	R	R	
Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	C, L	R	I	

Churrete común	<i>Cinclodes patagonicus</i>	C, L	R	I	
Churrete costero	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	C, L	R	R	
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	C, L	R	R	

Canastero	<i>Pseudasthenes humicola</i>	C, L	T	R	
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	C, L	T	R	
Colegial	<i>Lessonia oreas</i>	C, L	R	R	
Run-run	<i>Hymenops perspicillatus</i>	C, L	R	V	
Siete colores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	C, L	R	R	
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	C, L	T	R	
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	C, L	T	I	
Dormilona tontita	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	C	T	I	
Fío-fío	<i>Elaenia albiceps</i>	C, L	T	V	
Mero	<i>Agriornis lívida</i>	L	T	R	
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	C, L	T	R	
Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platensis</i>	C	R	R	
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeri</i>	C, L	T	R	
Golondrina de dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	C, L	T	R	
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	L	T	R	
Trile	<i>Agelastus thilius</i>	C, L	R	R	
Chirihue	<i>Sicalis luteola</i>	C, L	T	R	
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	C, L	T	R	
Cometocino	<i>Phrygilus gayi</i>	C, L	T	R	
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	C, L	T	R	
Yal	<i>Phrygilus fruticeti</i>	C, L	T	R	
Loica	<i>Sturnella loyca</i>	C, L	T	R	
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	C, L	T	R	
Churrín	<i>Scytalopus fuscus</i>	C, L	T	R	
Jilguero	<i>Sporagra barbata</i>	C, L	T	I	
Rara	<i>Phytotoma rara</i>	C	T	R	
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	C, L	T	R	
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	L	T	R	

ORDEN CAPRIMULGIFORMES

Picaflor chico	<i>Sephanoides sephanioides</i>	C, L	T	I	
Picaflor gigante	<i>Patagona gigas</i>	L	T	V	

ORDEN COLUMBIFORMES

Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>	L	T	R	
Tortolita cuyana	<i>Columbina picui</i>	C, L	T	R	

LUGAR DE AVISTAMIENTO

C	Laguna Conchalí
L	Ladera de la Laguna

ESTATUS

R	Residente
I	Visitante de Invierno
V	Visitante de Verano

HÁBITAT

T	Terrestre
M	Marino
A	Acuático
R	Ribereño

ESTADO DE CONSERVACIÓN

En	En Peligro
Vu	Vulnerable
R	Rara
IC	Insuficientemente conocida

APPROBADO

Anexo II: Resumen de Entrevistas a actores interesados en la elaboración de un Plan de Manejo para Laguna Conchalí

Objetivo: incorporar a la elaboración del Plan de Manejo de Laguna Conchalí la perspectiva e información de carácter local con que cuenten actores relacionados directa e indirectamente con Laguna Conchalí. En particular, se busca recoger información y validar los supuestos del modelo conceptual, acerca del valor, amenazas y voluntad de colaboración para el manejo de la Laguna.

Es importante señalar que la consulta con actores interesados en planificación del manejo de sitios Ramsar es explícitamente recomendada por los lineamientos RAMSAR¹⁵.

Metodología: se utilizaron entrevistas semi-estructuradas (preguntas pre-definidas con opción de ahondar en temáticas puntuales que surjan durante la entrevista). Dada la diversidad de ámbitos de las instituciones a consultar, no se entró en detalle sobre el modelo conceptual preliminar que se ha definido para la laguna, el cual sólo ha sido compartido y consultado con los representantes de entidades con experiencia en conservación y manejo de humedales (CEAZA, CEA, MMA).

Instituciones a entrevistar:

Internos MLP:

- Centro Andrónico Luksic Abaróa (María Jesús Aguirre).

Justificación: El CALA es quien tiene a su cargo las actividades de educación y difusión en torno al humedal. Es de interés tener su opinión respecto a las amenazas percibidas, necesidades y posibles acciones, así como sobre las acciones que ya han sido implementadas en los ámbitos que les competen.

Resultados: Señala que se requeriría a alguien más capacitado en el conocimiento de la laguna para que pudiera transmitirles a ellos esa información y a la vez ellos transmitirla a las visitas. Cristián Villela es el encargado de la laguna, pero a la vez de muchas otras cosas, y no está en el sitio constantemente, sino que son ellos (CALA) y Angie Caro. Pero CALA tiene pocas atribuciones reales para tomar decisiones sobre la laguna o las actividades que se organizan, de hecho solo se les informan con algunos días de anticipación. María Jesús tiene varias ideas para mejorar la participación y difusión de la laguna, pero no tienen eco cuando las comunica.

¹⁵ Ramsar 2002. New Guidelines for management planning for Ramsar sites and other wetlands. Resolución VIII.14.

Sugerencias para incorporar al PM: Se requiere tener un administrador de la laguna que sea una persona que esté en el sitio (no en Salamanca ni Santiago) y que cuente con atribuciones para tomar decisiones (ejecutar el Plan de Manejo). Esta persona podría responder a un Consejo directivo que incluya a un representante de AA.PP., de Medio Ambiente y del Puerto.

- Encargada Puerto Punta Chungo (Angie Caro).

Justificación: El personal del puerto tiene a su cargo la vigilancia de la laguna. Es de interés conocer su percepción respecto a las amenazas, necesidades y acciones implementadas, de la misma forma que con el CALA.

Resultados: Indica que los perros vagos son más molestos que los perros de caza (galgos). Dice que la tasa de avistamiento de perros vagos es alrededor de 1 por semana en verano, en invierno son menos. Es poca la mortandad que provocan (se ha registrado solo la muerte de una garza) pero sí espantan a las aves y generan harta carga de trabajo a los cuidadores. Por otro lado la pesca es escasa en la laguna, unas 8 personas en 10 años. La caza con huachi es mayor, en las mañanas los van a sacar y la gente no se complica, porque saben que en realidad no deberían hacerlo.

En la zona del humedal bajo el cruce del camino se junta bastante basura que tiran desde los camiones. Han hecho algunas limpiezas.

Dice que ella tiene buena comunicación con María Jesús, y siente que ambas son de las que mejor conocen la laguna, porque están ahí mismo y saben los pequeños acontecimientos. Reclama que no se lleva un registro sobre las aves que se observan, cuando llegan. Otra fauna (chungungo que entra desde el mar). Sugiere que se podría implementar algo como un Libro de Novedades (equivalente al libro de Obras que se llevan en las operaciones). Ellos no se enteran de los resultados de los monitoreos que se realizan por Medio Ambiente.

Señala que no sabe si la construcción del by-pass hacia Illapel (y que en un principio pasaba por encima de la laguna) es una idea que esté desechada por el MOP.

Sugerencias para el PM: se refuerza la idea de tener un administrador que esté en el sitio y que pueda conocer de primera mano lo que ocurre en el día a día, y tomar acciones frente a ello.

- Gerencia de Comunicaciones, Asuntos Públicos, MLP. Adolfo Yáñez y Cristián Villela

Justificación: El área de AA.PP. de MLP está encargada del CALA. Ellos definen la ejecución de los diversos programas de educación y las muestras que se exponen en el CALA.

Resultados: Señalan que el foco de la difusión en la laguna siempre ha sido la avifauna. Es la Gerencia de Medio Ambiente la que ha financiado los telescopios y larga vista, pero es

el CALA el que se ocupa de la mantención. En los programas que ejecuta el CALA (Cordillera a Mar, Niño, educación y minería) las visitas suelen incluir la laguna. Pero no hay un registro de cuantas personas visitan la laguna, porque no es requisito pasar por el CALA para visitarla, se pueden entrar directamente. Dicen que se ha evaluado una alternativa de circuito turístico en los humedales de la región. También dicen que un involucramiento más permanente y enfocado en ecología de humedales (p.ej. Ecoclubes) requeriría mayor involucramiento del Depto de Medio Ambiente, por su expertise.

Sugerencias para PM: Se refuerza importancia de contar con alguien que tenga un mayor conocimiento acerca de los humedales y pueda ejecutar acciones que requieran de la coordinación de AA.PP. y Medio Ambiente.

Locales/regionales:

- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas. Entrevistas a Francisco Meza (área Recursos Hídricos).

Justificación: Es el centro de investigación científica más importante del norte del país, y el único en Chile con especialización en zonas áridas.

Resultados: Francisco Meza es especialista en calidad de aguas para riego, es Director del CEAZA pero trabaja en el INIA, y su involucramiento directo con el CEAZA es escaso.

- Seremia de Medio Ambiente. Cristián Felmer.

Justificación: La Estrategia Regional de Biodiversidad de la Región de Coquimbo tiene la conservación de humedales costeros como su mayor prioridad. Es de interés tener mayor información sobre las acciones específicas que se están haciendo en ese ámbito.

Resultados: Confirma que la protección de humedales es una prioridad regional, pero señala que no se guían por la Estrategia de Biodiversidad, porque muchos de esos sitios son privados, y priorizan trabajar con quienes tengan disposición de proteger sus sitios. Se encuentran apoyando la iniciativa de declarar los Humedales de Huentelauquén como Santuario de la Naturaleza y Sitio Ramsar. También han impulsado acciones en la desembocadura del Limarí. Comenta que la Corporación David León Tapia trabaja protegiendo el Humedal de Tongoy, pero no tienen financiamiento. Señala que el Consejo Regional Minero (Corminco) ha manifestado interés por proteger otro humedal, en conjunto con Pelambres y otras pequeñas mineras. Manifiesta que, a pesar de que se habla mucho de la “red” de humedales costeros de Coquimbo, no existen evidencias de conectividad entre ellos (movimiento de aves, por ejemplo), no se han hecho investigaciones. Dice que Carlos Zuleta (U. de la Serena) y Manuel Rojas (Sendero de Chile)

son socios interesantes a involucrar en torno a humedales costeros y aves, respectivamente.

Sugerencias para PM: Considerar impulsar iniciativas en conjunto con sector minero y protección de otros humedales. Investigaciones sobre conectividad. Considerar socios mencionados.

- Oficina Regional del Servicio Agrícola y Ganadero. Consuelo Ibáñez.

Justificación: El SAG es el encargado del control de especies invasoras declaradas plaga, una de las amenazas identificadas para Laguna Conchalí.

Resultados: Señala que SAG no hace monitoreos preventivos de especies exóticas, solo monitorean luego de que la especie aparece. Nos cuenta de un ejemplo en Santiago de control de lagomorfos mediante cetrería.

- Capitanía de Puerto de Los Vilos (Alejandro Mendoza)

Justificación: la Capitanía de puerto está a cargo de la vigilancia de la costa, por lo que es de interés consultarles respecto a la vigilancia en términos del ingreso de personas con perros y vehículos a la franja costera adyacente a la laguna.

Resultados: Señala que el ingreso de vehículos y perros al litoral. Esto incluye el terreno de playa, que va desde la línea de alta marea hasta 80 metros mar afuera, lo que está bajo jurisdicción de la Armada. El resto corresponde al Municipio si es que no está concesionado. En caso de querer poner alguna señalética, se tendría que pedir permiso al Municipio. También existe la posibilidad de pedir una concesión para controlar mejor el área, la cual puede durar 10 o 50 años. El trámite dura alrededor de 2 años para ambos.

Sugerencias para el PM: Poner señalética en el sector costero que señale la presencia del humedal, indique que la playa es importante para aves costeras, y recuerde la prohibición de circular en vehículos o con perros.

- Municipalidad de Los Vilos (encargado de Medio Ambiente Hans Carlsson).

Justificación: Dado que Laguna Conchalí se ubica en el Municipio de Los Vilos, la consulta con la Municipalidad es de alta relevancia. En particular es de interés tratar el tema del manejo de perros vagos, que hoy en día está en manos de los municipios.

Resultados: Señala que el Municipio está consciente del problema generado por los perros vagos. El mismo municipio provee alimento para los perros a través de dos organizaciones comunitarias, y ahora quieren promover la tenencia responsable de mascotas. Se

encuentran construyendo un canil de emergencia para trasladar alrededor de 55 perros que mantiene una señora en los alrededores de la Laguna Conchalí. También, mediante organizaciones comunitarias y con aportes de MLP, promueven la esterilización y adopción de mascotas. Se realizan 3 operativos anuales. Se encuentran actualizando la Ordenanza de Medio Ambiente para incluir la tenencia responsable de mascotas. Indican que no tienen capacidad de realizar educación ambiental relacionado al tema de las mascotas. La gente adopta y luego los bota.

Señala que el Municipio inició el proceso de Certificación Ambiental Municipal del Ministerio de Medio Ambiente, con la realización de un Seminario para el Desarrollo Sustentable. Este proceso tiene varias etapas. En la segunda etapa se incorpora la certificación ambiental a nivel de escuelas.

Sugerencias para el PM: Coordinar acciones relacionadas con los perros vagos con la Municipalidad. Apoyar en Educación.

- Agrupación Animalista Local (Norma Elkawas y Ana María Vila).

Justificación: Llevan la Agrupación animalista de Los Vilos que ha organizado actividades de difusión sobre tenencia responsable de mascotas y jornadas de esterilización y adopción de perros vagos, temática identificada como relevante en el Modelo conceptual preliminar de la laguna.

Resultados: La Sra. Norma nos cuenta que lleva 9 años impulsando la esterilización de perros. Dice que han disminuido muchísimo los perros vagos desde entonces, pero no llevan un registro. Para este año están pidiendo 400 cupos. Dicen que tienen deficiencias en educación ambiental, porque no tienen recursos ni gente para hacerlo. Tienen información (folletos y otros) pero no fondos para distribuirlo.

Sugerencia para PM: Coordinar acciones relacionadas con los perros vagos con Agrupación Animalista. Apoyar en Educación.

- Dirección Regional de Aguas (Coquimbo). Sr. Carlos Galleguillos

Justificación: El agua es el recurso crítico de la Laguna. El déficit hídrico actual hace necesario conocer los planes de la DGA en torno a la planificación de la gestión de la cuenca del Pupío.

Resultados: Relata la creciente aridez de la región, donde hay quienes hablan de sequía y otros de desertificación. Señala que la DGA no hace gestión del recurso hídrico, simplemente administran la entrega de derechos. La gestión la hacen las juntas de vigilancia, pero en El Pupío no hay una simplemente porque no hay agua para administrar.

Dice que no hay escorrentía superficial, que la poca agua que cae se extrae inmediatamente.

Confirma que el agua potable de Los Vilos se extrae aguas arriba de la Laguna. Otro tema es la extracción de áridos, que la DGA califica como positiva porque amortigua las crecidas y la recarga de napas. Pero es ese mismo efecto el que se necesita para que se produzca la apertura de la barrera en la Laguna. Explica que el cauce de los ríos es administrado por el municipio, la DGA ve el agua, y la CONAF la vegetación de ribera.

Sugerencias para PM: Importante averiguar sobre la extracción de áridos en el Pupío y sus potenciales efectos. Averiguar con Municipio. También evaluar posibilidad de eliminar los eucaliptos que abundan en toda la ribera.

APROBADO

Anexo III: Análisis de la Condición Hidrológica y Ecológica de la Laguna Conchalí.

APROBADO

ANÁLISIS CONDICIÓN HIDROLÓGICA Y ECOLÓGICA LAGUNA CONCHALÍ



2015



Índice

Principales hallazgos	84
Resumen ejecutivo.....	85
1. Introducción.....	86
2. Objetivo	86
3. Antecedentes del uso de la cuenca del estero Pupío y las amenazas sobre la laguna Conchalí.	87
4. Análisis histórico.....	89
5. Actualización de antecedentes y Condición actual.....	100
6. Esquema de funcionamiento de la laguna.....	104
7. Conclusiones	106
8. Recomendaciones.....	109
9. Bibliografía.....	110

Principales hallazgos

1. Cambios en la dinámica hidrológica e hidráulica de la laguna, por la escases hídrica existente en la región, lo que ha generado la consolidación de la barra de arena que separa la laguna del mar desde el año 2004.
2. Se han evidenciado cambios de la riqueza de especies de avifauna específica, asociado principalmente a cambios de hábitat.
3. Los factores que podrían estar explicando la disminución de riqueza y abundancia de avifauna de la laguna, se pueden mencionar: a) la disminución del espejo de agua; b) el avance de la dunas; c) la consolidación de la barrera de conexión con el mar; d) la disminución del aporte hídrico por el estero Pupío; e) la posible disminución de la cobertura de plantas acuáticas. Es probable entonces, que lo que se esté observando en la laguna sea el reflejo de cambios sucesionales, los que se verían acelerados tanto por procesos naturales (avance de dunas, cierre de la barra como antrópicos (disminución de niveles hídricos superficiales y subterráneos que alimentan la laguna).
4. Aumento del área de la unidad vegetacional de pajonal, lo cual sería un indicador de mayor predominancia de aguas dulces por sobre las salobres. En las áreas alejadas de la laguna, a continuación del totoral es posible identificar el aumento de *Distichlis spicata* y *Sarcocornia fruticosa* (Informe Monitoreo Laguna Conchalí otoño 2015) estas especies son indicadoras de condiciones de alta salinidad, como marismas y estuarios de ríos (Ramírez & San Martín, 2006).
5. La conductividad eléctrica en la laguna desde el año 2004 hasta el año 2012 presentó como máximo valores cercanos a los 4 mS/cm (año 2012), en la actualidad existe un aumento de la conductividad eléctrica, lo cual podría ser respuesta al aumento de las tasas de evaporación y reducción del volumen de laguna (Datos MLP).
6. Las concentraciones de clorofila “a” indicaron que el sistema se caracterizó por ser hipereutrófico, es decir que posee un enriquecimiento elevado de nutrientes, y consecuentemente un crecimiento excesivo de algas y plantas. Este estado trófico puede estar causado por aportes externos de nutrientes provenientes del estero Pupío y/o disminución en la tasa de recambio de agua.
7. Dada la condición actual de consolidación de la barra de arena y la disminución del aporte de agua dulce del estero Conchalí, el sistema presenta desde el año 2004 a la fecha, una disminución del espejo de agua y disminución del oxígeno disuelto, esta última variable con frecuentes registros inferiores a 5 mg/L desde mediados del 2014 en adelante, lo que califica a estas aguas como inadecuadas para el sostenimiento de la vida acuática (NCh 1333).
8. Los antecedentes disponibles a la fecha permiten establecer que el estado de ecológico hipereutrófico o eutrófico (dependiendo del autor) de la laguna Conchalí continuará acentuándose, con una reducción progresiva de la presencia del espejo de agua y predominio del totoral.

Resumen ejecutivo

Los estudios y monitoreos del estado ecológico de la laguna Conchalí, establecieron que esta se ha modificado principalmente por el menor aporte de esorrentía y agua subterránea de agua dulce desde la cuenca del estero Conchalí. Esta situación se extiende hasta la actualidad dado la sequía declarada en el área de estudio por antecedentes de la Dirección General de Aguas (DGA 2010), desde mediados de la década pasada para toda la IV región en general. Esto ha tenido como consecuencia la consolidación de la barra de arena, la que anteriormente, presentaba procesos de apertura y cierre a escala intranual. Al abrirse generaba procesos de mezcla y renovación de sus aguas de manera más regular, determinando peaks de salinidad ocasionales debido al ingreso del agua de mar. Esta barrera de arena más estable ha tenido como consecuencia el aumento del tiempo de retención de las aguas que quedan almacenadas en la laguna, iniciando en ella un proceso de eutrofización de acuerdo al estudio de la laguna Conchalí del 2012 (CEA-2012).

Los menores aportes hídricos a la laguna han redundado por una parte en una disminución del tamaño del espejo de agua, evidenciándose un constante avance de la duna situada en su margen oeste, además de un incremento de la presencia de juncos. Por otra parte, también se han expresado en un aumento de la conductividad y en una disminución de la concentración de oxígeno, esta última variable con frecuentes registros inferiores a 5 mg/L desde mediados del 2014 en adelante, lo que califica a estas aguas como inadecuadas para el sostenimiento de la vida acuática (NCh 1333).

Los antecedentes disponibles a la fecha permiten establecer que el estado de ecológico hipereutrófico de la laguna Conchalí continuará acentuándose, con una reducción progresiva de la presencia del espejo de agua y predominio del pajonal. Lo anterior podría conducir al sistema a un cambio de estado ecológico, bajo la definición de la Convención Ramsar.

Se entregan algunas recomendaciones preliminares como plan de acción:

- Documentar los cambios en la estructura y funcionamiento de la laguna Conchalí, que derivarán del proceso de eutrofización modulado por la reducción de los aportes hídricos. Donde de manera progresiva ocurrirá una pérdida a medio plazo del valor ecológico característico del humedal.

1. Introducción

La laguna de Conchalí es un humedal costero que posee un alto valor ecológico, dado que es un elemento representativo de los humedales costeros de la zona mediterránea de Chile Central (Ramsar 2004). Según la estrategia y plan de acción de biodiversidad IV región de Coquimbo, se establece sitios prioritarios de conservación en condición urgente al humedal de la laguna de Conchalí, esta laguna de tipo salobre es un área de parada de rutas migratorias de aves neotropicales e interhemisfericas, es una zona de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies, además presenta Fauna en Peligro de Extinción (Conama 2001). Este humedal está asociado a una dinámica semiárida, es un sistema léntico de alimentación mixta: Continental (fluvial) y Litoral (mareas). La laguna recibe agua dulce desde un estero, presentando dinámicas interanuales variables en su función de su conexión con el mar. Es así que durante periodos de alta precipitación la barrera litoral se inunda y la laguna se convierte en un estuario.

En término de su flora y fauna el humedal de Conchalí presenta marismas cubiertas principalmente por el pasto *Distichlis spicata*, el arbusto enano halófilo *Frankenia salina* y *Sarcocornia peruviana*. El paisaje se complementa con dunas costeras, pajonales, matorral estepario costero y matorral costero arborescente, este último de alta prioridad de conservación. Especies como *Coscoroba coscoroba* (cisne coscoroba), *Plegadis chihi* (cuervo de pantano), *Mimus thenca* (tenca) o *Liolaemus zapallarensis* (lagarto de Zapallar) son especies representativas de este humedal. Se suman a ellas, cinco especies endémicas de peces, entre las que destacan *Odontesthes brevianalis* y *Mugil* sp. (Archivos Ramsar).

La región de Coquimbo se ha visto fuertemente influenciada por una fuerte sequía desde el año 2008, donde se promulga el primer decreto de zona de escases hídrica para la cuenca del Estero Pupío (DS N°153). Esta condición ha generado evidentes cambios en las dinámicas hidrológicas y en la disponibilidad del recurso hídrico en la laguna Conchalí.

En la actualidad se ha informado de cambios en la abundancia de aves en la laguna de Conchalí, mortandad de peces, presencia de especies invasoras, cambios en el tamaño del espejo de agua y modificaciones en los patrones espaciales de ciertas especies de plantas, lo cual indicaría que las dinámicas ecológicas se encuentran afectadas.

La presente minuta técnica incorpora diversos estudios y monitoreos realizados a partir del año 1998, los cuales han permitido generar un análisis y diagnóstico de la situación ecosistémica del humedal.

2. Objetivo

Dada la importancia de la laguna Conchalí y las recientes alteraciones observadas, es necesario establecer un diagnóstico de la condición actual del humedal. La información histórica y actualizada permitirá establecer el posible origen de los fenómenos y la eventualidad de medidas.

Para lograr la comprensión de lo ocurrido en el humedal, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el contexto histórico de uso de la cuenca del estero Pupío y la amenaza actual sobre la laguna Conchalí.
2. Análisis histórico y actual de las dinámicas hidrológicas y ecológicas del sistema.

3. Antecedentes del uso de la cuenca del estero Pupío y las amenazas sobre la laguna Conchalí.

La laguna Conchalí recibe constantemente entradas de agua desde su cuenca aportante y desde la atmósfera, lo cual implica que la calidad del agua será el reflejo de los efectos acumulados de estos eventos (Parra, 1989). Lo que suceda en la cuenca y la atmósfera tendrá, por lo tanto, injerencia directa sobre los cuerpos de agua en los cuales convergen las aguas, medio de transporte de los nutrientes disponibles (Parra, 1989).

Para evaluar las amenazas sobre la laguna Conchalí se realizó una evaluación multicriterio, donde se ponderaron las diferentes amenazas en bajo – medio – alto. Las amenazas presentes en el humedal Laguna Conchalí fueron clasificadas en tres categorías o criterios de selección generales, los que encerrarán la totalidad de los riesgos asociados al humedal. Estos criterios serán: amenazas biológicas, amenazas físicas y amenazas químicas (CONAMA-CEA, 2006).

Las amenazas biológicas que afectan a Laguna Conchalí son de tipo local, lo cual redundará en una valoración Media, donde una de las mayores amenazas estaría relacionada con la invasión de especies exóticas.

El análisis multi-criterio indica que la amenaza física relacionada con la hidrología se muestra como una de las más importantes analizadas, siendo calificada como una amenaza Alta. Si bien no existen antecedentes claros y cuantificados acerca de la diversidad y magnitud de actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca, aguas arriba de la Laguna, y como éstas podrían afectar tanto la magnitud del caudal superficial como su calidad. Se sabe que en esta cuenca se realizan actividades de agricultura, minería industrial y artesanal, captación subterránea para agua potable, ganadería caprina y extracción de áridos (DGA, 2004). Existe evidencia de aumento de extracción de agua de la cuenca para consumo de agua potable. A partir de la información obtenida sobre derechos de extracción de agua subterránea en la zona de estudio, es posible comprender que existen 23 derechos constituidos por un caudal total de 453,8 l/s. Destacan seis propietarios ECONSSA S.A, Agrícola e Inmobiliaria Las Agustinas S.A, María Larraín Vial, Eliodoro Matte Ossa y Soc. Agrícola Cuatro Hermanos Ltda. De estos derechos, 6 presentan una condición de regularización por encontrarse en trámite sus nuevos puntos de captación. Destaca la empresa ECONSSA S.A. con cinco traslado de derechos de la zona baja de la cuenca, a más menos 2 Km cuenca arriba por el estero Conchalí. A continuación, en la **Tabla 3.1** se entrega un detalle con las sumatorias de los derechos existentes que serán parte de los nuevos puntos de captación (*color rojo*), cuenca arriba. Además en la Figura 3.1 se ilustra la ubicación de estos derechos.

Tabla 3.1. Desglose de caudales según Derechos de agua subterránea y estado de estos.

Nombre	Estado de Aprobación DGA	Norte (m)	Este (m)	Caudal Aprobado (l/s)
POZO EW3	Traslado (NUEVO)	6.471.912	268.261	60
CAP N°1	Regularización	6.471.871	266.688	40
CAP N°3	Regularización	6.471.657	265.711	12
CAP N°4	Regularización	6.472.600	265.925	8
<i>Coordenadas UTM, Datum PSAD-56, 19 Sur.</i>				

Nombre	Estado de Aprobación DGA	Norte (m)	Este (m)	Caudal Aprobado (l/s)
POZO EW4	Traslado (NUEVO)	6.471.946	268.354	18
CAP N°2	Regularización	6.472.760	265.830	15
CAP N°5	Regularización	6.471.650	265.750	3
<i>Coordenadas UTM, Datum PSAD-56, 19 Sur.</i>				

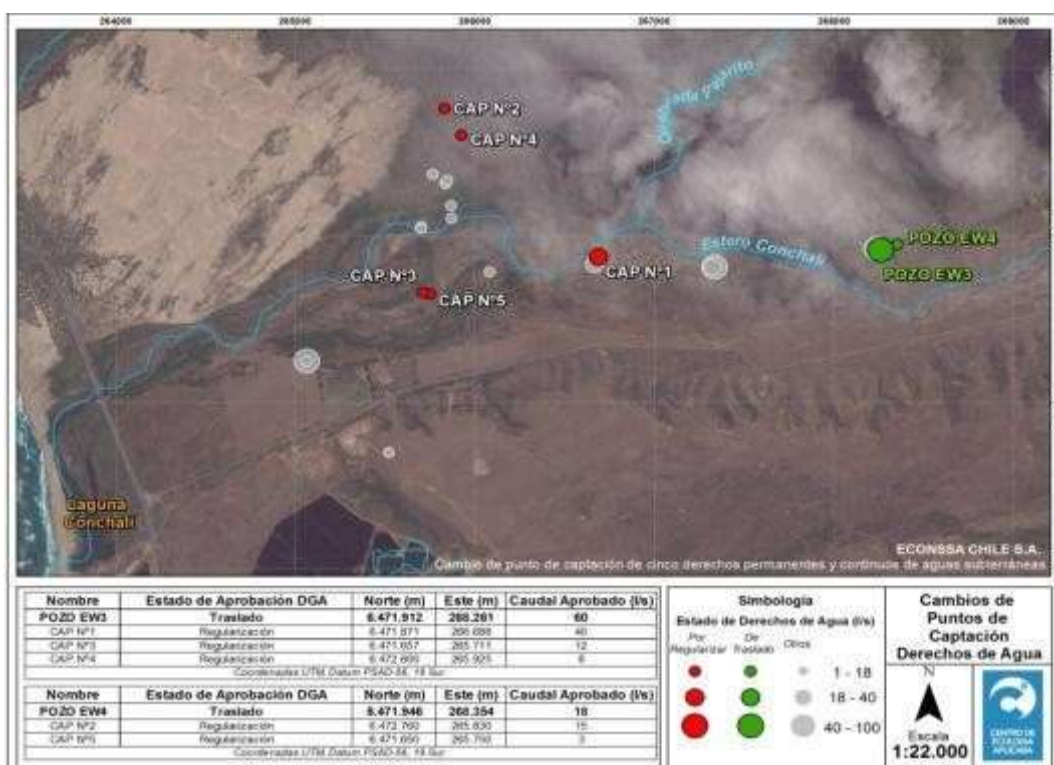


Figura 3.1. Ubicación de los derechos pertenecientes a la empresa ECONSSA S.A. que están en proceso de regularización.

La baja disponibilidad de agua en la zona es tal que la Dirección General de Aguas (DGA) ha promulgado numerosos decretos designando el área como zona de escasez hídrica (Decreto N°153 de 2008, n°404 de 2010, N°222 de 2011, N°262 de 2012, N°204 de 2013, N°139 y 372 de 2014, y N°88 de 2015).

La amenaza química relacionada con el riego y la ganadería también ha sido evaluada como Media. Cabe mencionar que la actividad agropecuaria en la actualidad se encuentra fuertemente disminuida debido a la extensa sequía existente en la región. En este sentido, la alta demanda y reutilización de aguas son elementos que incrementan la amenaza química, debido a las sinergias que se esconden detrás de actividades y fenómenos clasificados en categorías diferentes.

Finalmente, la intervención del cauce en las cercanías de la Laguna Conchalí debe ser considerada como amenaza media-alta. Esta intervención está relacionada con la extracción de áridos, actividad que tiene repercusiones en el caudal aguas abajo, por ejemplo en el aumento de sedimentos y modificación del cauce del estero Pupío.

4. Análisis histórico

Antecedentes Disponibles

En el área de estudio no existe ningún control fluviométrico, las únicas estaciones fluviométricas de la cuenca se ubican en la parte alta de la cuenca del estero Pupío y corresponden a las pertenecientes a la DGA:

- Estación Fluviométrica Estero Pupío en El Romero (04810001-5)
- Estación Fluviométrica Estero Pupío antes Quebrada Llau Llau (04810005-8)
- Estación Fluviométrica Quebrada Llau Llau (04810006-6)

Como no hay control fluviométrico en la cuenca intermedia ni baja y se desconoce la magnitud de las extracciones superficiales que se verifican aguas arriba del área de estudio, no es posible evaluar los caudales de entrada al área de estudio.

Para evaluar la escorrentía superficial que se produce directamente en el área de estudio se utilizará la información meteorológica medida en las estaciones meteorológicas existentes en el área de estudio, las que corresponden a:

- Estación Meteorológica Punta Chungo perteneciente a MLP
- Estación Agrometeorológica Punta Chungo, perteneciente a MLP
- Estación Meteorológica Los Vilos DMC (04810001-k), perteneciente a la DGA

Luego de revisar la información generada en estas estaciones, se decidió en esta etapa utilizar la estadística de la estación Los Vilos DCM (iniciada en diciembre 1981), ya que ésta posee un largo estadístico mayor y se encuentra validada por la Dirección General de Aguas (DGA).

Precipitaciones

En la **Figura 4.1** se grafican las pp diarias medidas en la estación Los Vilos DMC desde enero de 1982. En ella es posible observar que las precipitaciones se verifican en algunos días al año, que dependiendo del año, van entre 6 y 33 días/año (en promedio 15 d/a). Las pp medias anuales en esta estación son de 240 mm/año.

En la **Figura 4.2** se presentan las pp mensuales, donde es posible observar que desde el año 2002 no se presentan pp mensuales mayores a los 200 mm como en años anteriores, con pp media anual de 156 mm/año. Desde el año 2011 la disminución de las pp se ha vuelto más notoria con un promedio anual de 120 mm/año.

Lo anterior muestra la gran variabilidad de las precipitaciones en esta zona y cómo se concentran en sólo algunos días, por lo que este ingreso de aguas a la laguna es también variable y acotado.

Precipitaciones diarias Estación Los Vilos

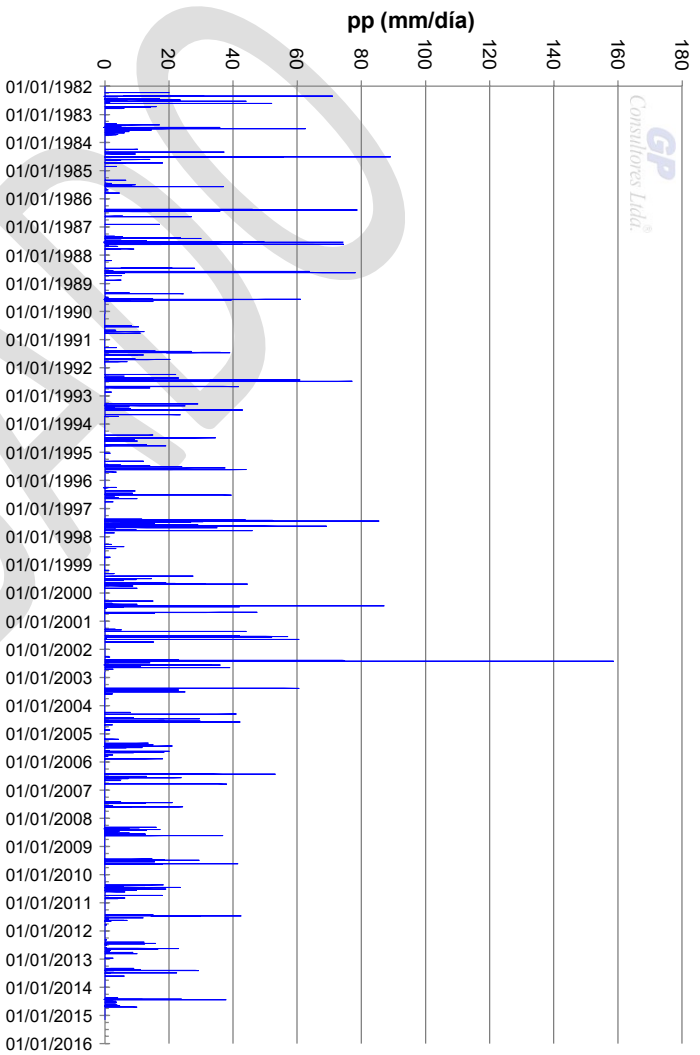


Figura 4.1. Precipitaciones diarias en estación DGA Los Vilos

Precipitaciones diarias Estación Los Vilos

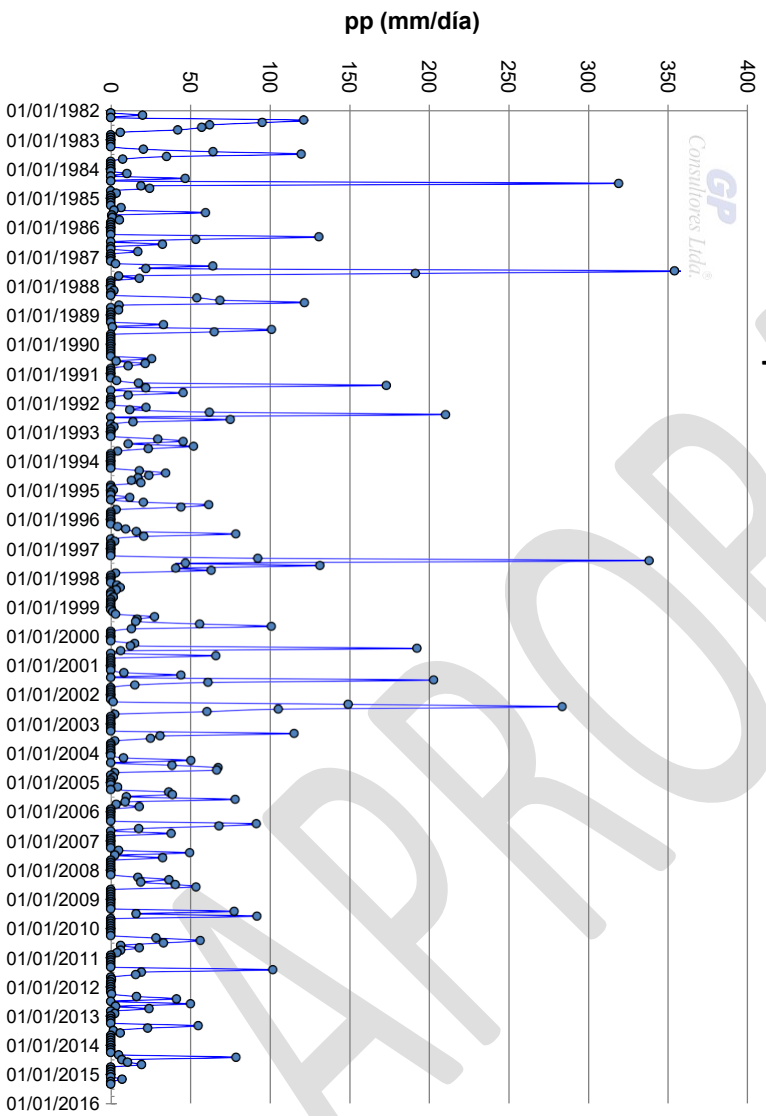


Figura 4.2. Precipitaciones mensuales en estación DGA Los Vilos

Flujo Superficial

El flujo superficial que entra a la laguna se compone de: (i) el flujo entrante al área de estudio proveniente de la cuenca superior e intermedia y (ii) el flujo producido en la cuenca directamente aportante al área de estudio. Con la información existente no es posible evaluar los aportes superficiales a la laguna.

Para la estimación de dichos flujos se requiere contar con lo siguiente:

- a) Estación de aforos a la entrada del área de estudio.
- b) Estación de aforo en la desembocadura del estero Pupío en la laguna.
- c) Evaporímetro de bandeja tipo A a ser instalado en las cercanías de la laguna
- d) Mapeo geológico de superficie a objeto de estimar coeficientes de recarga en función de las unidades geológicas presentes, en especial las sedimentarias recientes.

Hidrogeología

Las aguas subterráneas en la cuenca del Pupío no se encuentran albergadas en un acuífero de distribución homogénea en el valle. Por el contrario, el acuífero se encuentra interrumpido por el afloramiento de roca basal en varias secciones del valle. Es así como en el sector de Angostura de Pupío, el valle se estrecha y la roca basal aflora interrumpiendo el flujo subterráneo que aflora en superficie y fluye hacia aguas abajo en forma superficial, para infiltrarse nuevamente conformando una nueva unidad acuífera. Esta última vuelve a su vez a ser interrumpida en el sector de Quebrada El Membrillo, donde no hay desarrollo de unidades sedimentarias por lo que las aguas fluyen exclusivamente en forma superficial, para luego volver a infiltrarse. Finalmente, desde la quebrada Cavilón se observa el desarrollo de unidades sedimentarias que conforman el acuífero de la parte baja de la cuenca donde se ubica la laguna Conchalí.

Geometría del acuífero

De acuerdo a la información estratigráfica de los pozos construidos en el área de estudio, en el sector de estudio cercano a la laguna se desarrollan dos acuíferos, uno libre y otro confinado.

Para determinar la distribución areal de estos acuíferos es necesario efectuar las siguientes tareas:

- a) Mapeo geológico de superficie desde la confluencia del estero Pupío y estero Conchalí hasta la Laguna Conchalí.
- b) Campañas geofísicas se estima la realización de una campaña de geofísica TEM con el objetivo de determinar la geometría del basamento sobre el que se desarrolla el acuífero y muy especialmente las estructuras geológicas que controlarían la existencia de la laguna misma.
- c) Información estratigráfica de pozos existentes y de a lo menos dos pozos de monitoreo que serán requeridos para el control de ambos acuíferos.

Análisis de Niveles

En el área de estudio existe información regular de niveles en los pozos:

Estación	monitoreado por	Desde	Hasta
EW4 AP Los Vilos	MLP	jun-09	vigente
EW4-1	MLP	feb-15	vigente
AP Los Vilos	DGA	feb-89	vigente

El comportamiento histórico de los niveles de estos pozos (no se incluye EW4-1 porque posee pocas mediciones aun) se presenta en la **Figura 4.3**, en la cual se incluyen las precipitaciones mensuales en la estación DGA Los Vilos. En ella se observa un descenso sostenido de los niveles en AP Los Vilos DGA desde inicios del 2010, mientras en EW4 se presenta un abatimiento más drástico desde el inicio de sus mediciones a finales del 2009. Si bien en el sector hay pozos de extracción de Aguas del Valle, estos descensos se encuentran fuertemente influidos por la disminución de la recarga del acuífero debido a la disminución de las pp que se han registrado los últimos años.

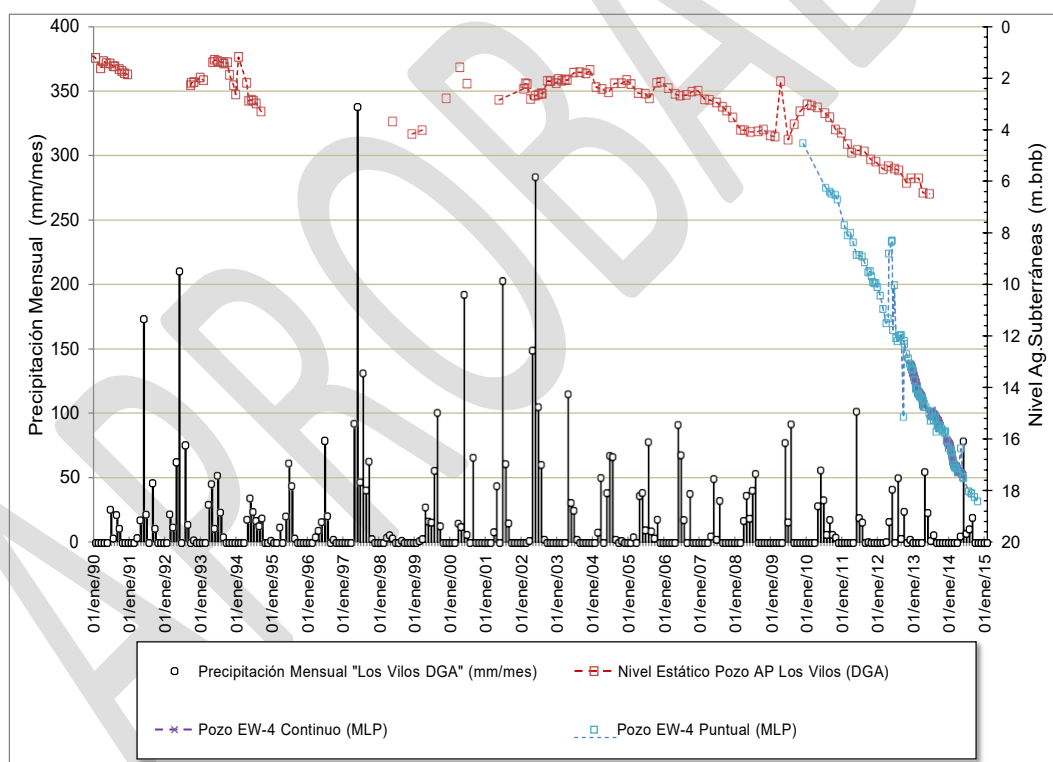


Figura 4.3. Comportamiento de los niveles de las aguas subterráneas y precipitaciones mensuales.

A objeto de trazar adecuadamente las equipotenciales de las aguas subterráneas se requiere entonces contar con:

- Levantamiento topográfico de todos los pozos catastrados del sector
- Construcción de 2 pozos de monitoreo en las cercanías de la laguna donde en la actualidad no hay perforaciones.
- Medición de niveles en todos los pozos catastrados en campañas estacionales.

Propiedades Hidráulicas

La caracterización de las propiedades hidráulicas de las unidades hidrogeológicas requiere de la ejecución de pruebas de bombeo efectuadas en los pozos del sector.

Ingresos aguas marinas

Geoquímica e Isótopos

El comportamiento de la calidad físico química de las aguas de la laguna se muestra en la **Figura 4.4** y se lo compara con el comportamiento de los niveles de las aguas subterráneas. En la figura es posible observar que:

- Desde el año 2004 no habría ingreso de agua marina directamente a la laguna, momento desde el cual las entradas serían principalmente continentales y en menor proporción marinas (en forma subterránea).
- Las concentraciones de Na Cl muestran una tendencia al incremento desde el año 2011 coincidente con la disminución de los niveles de las aguas subterráneas del sector, lo que evidenciaría un menor ingreso de aguas dulces a la laguna.

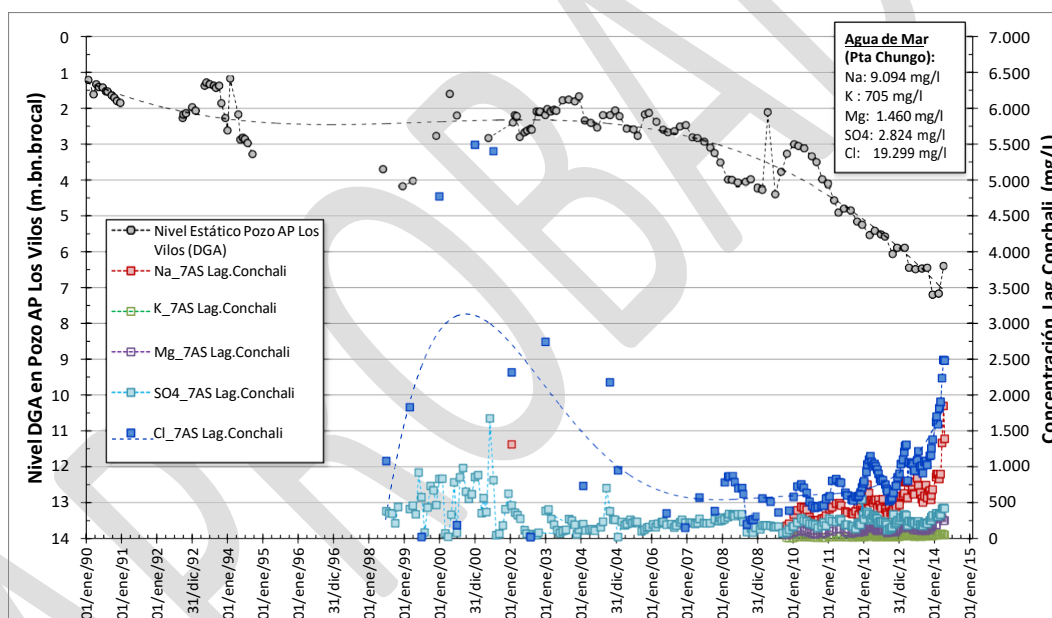


Figura 4.4. Comportamiento del Cl, Na, SO4, Mg y K en la laguna, y comportamientos de los niveles en pozo AP Los Vilos DGA.

Por su parte, el estudio de isótopos de S34 del Sulfato muestra que en el año 2014 las aguas de la laguna poseen SO4 característicos de las aguas de mar, no observándose un aporte de importancia proveniente de aguas dulce (superficiales o subterráneas), como se observa en la **Figura 4.5**.

Por lo tanto, en estos últimos años la laguna ha sufrido una reducción drástica de todas sus recargas, tanto continentales como marinas, mientras se mantiene la evaporación del espejo de agua. Es por ello que el espejo de la laguna ha ido disminuyendo paulatinamente, mientras aumenta su salinidad.

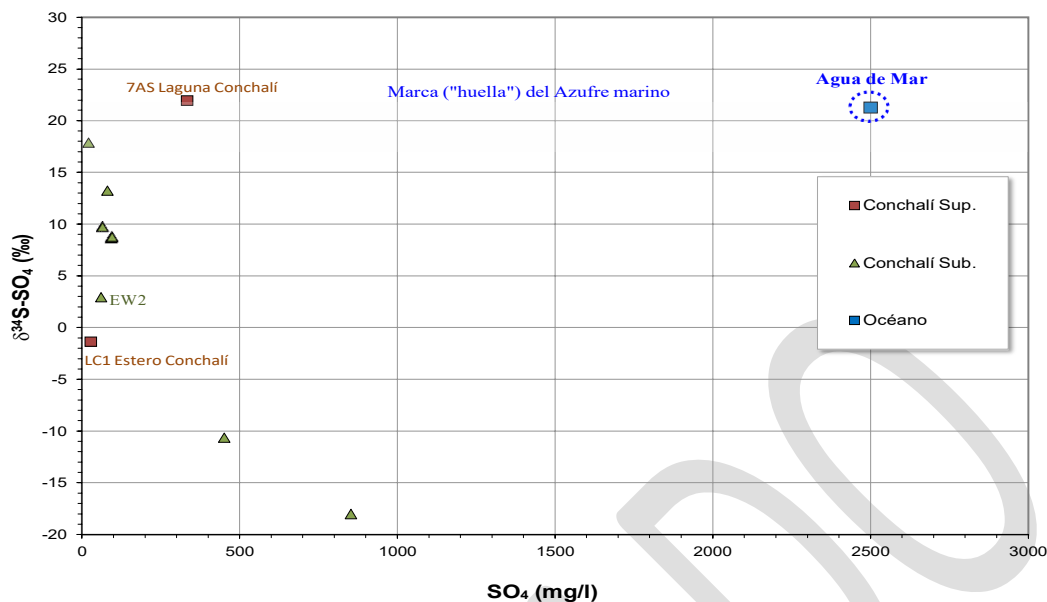


Figura 4.5. Contenidos de S34 en Sulfatos en aguas de laguna y aguas superficiales y subterráneas del área.

Análisis de forzantes

Es posible determinar descensos en la disponibilidad de agua desde el año 2004, tanto en la precipitación, como en el flujo del estero Pupío y los niveles de aguas subterráneas, lo que concuerda con la desconexión superficial entre la laguna y el océano, apreciada a partir de esa fecha. Respecto al efecto del Nivel Medio del Mar, este sería menor en la no apertura de la barra, considerando que sus variaciones no han sido significativas.

La dinámica de la barra durante el período 1999-2001, en el que habría presentado cortos períodos de cierre, podría estar asociada a un efecto conjunto de nivel del mar y la mayor escorrentía. Este correspondió a un período de alta pluviosidad (en comparación a los años que lo sucedieron), lo que facilitó el rompimiento de la barra.

A partir de 2004, y hasta 2011 ha habido un descenso constante de los niveles del pozo A.P Los Vilos, existiendo una pequeña recuperación entre 2009 y 2010. Hasta octubre de 2010 los niveles han disminuido 2,3 m, respecto al nivel máximo alcanzado en diciembre de 2003. Este descenso de los niveles indica que la cuenca no estaría siendo capaz de recargar al acuífero, siendo su balance (entendido como las entradas, menos las salidas) negativo. Este período de descenso de los niveles coincide con el cierre permanente (hasta la fecha) de la barra. La disminución de los niveles es concordante con el descenso constante que han experimentado los caudales en el estero Pupío, los que, tal como se señaló, no son coherentes con la variación de la precipitación en este período. Esto indica que las demandas de agua en la cuenca serían superiores a la disponibilidad de la misma, al menos para el período 2005-2011.

Cambios temporales de la vegetación y dunas

Comparando una imagen de 2003 y 2015, es posible identificar cambios en la configuración espacial de componentes biológicos y físicos que componen el humedal de laguna Conchalí. Se observa una disminución del espejo de agua, pero un aumento de la superficie de juncos – totorales y pradera. Cabe destacar la consolidación de las unidades de praderas las cuales presentan un amplio desarrollo sobre las dunas, lo cual es indicativo de la consolidación de estas unidades geomorfológicas. Estas transformaciones físicas y biológicas de la configuración espacial del

humedal resultan en cambio del hábitat ofrecido por el sistema a las diferentes especies que usan este sitio. (**Figura 4.6**).

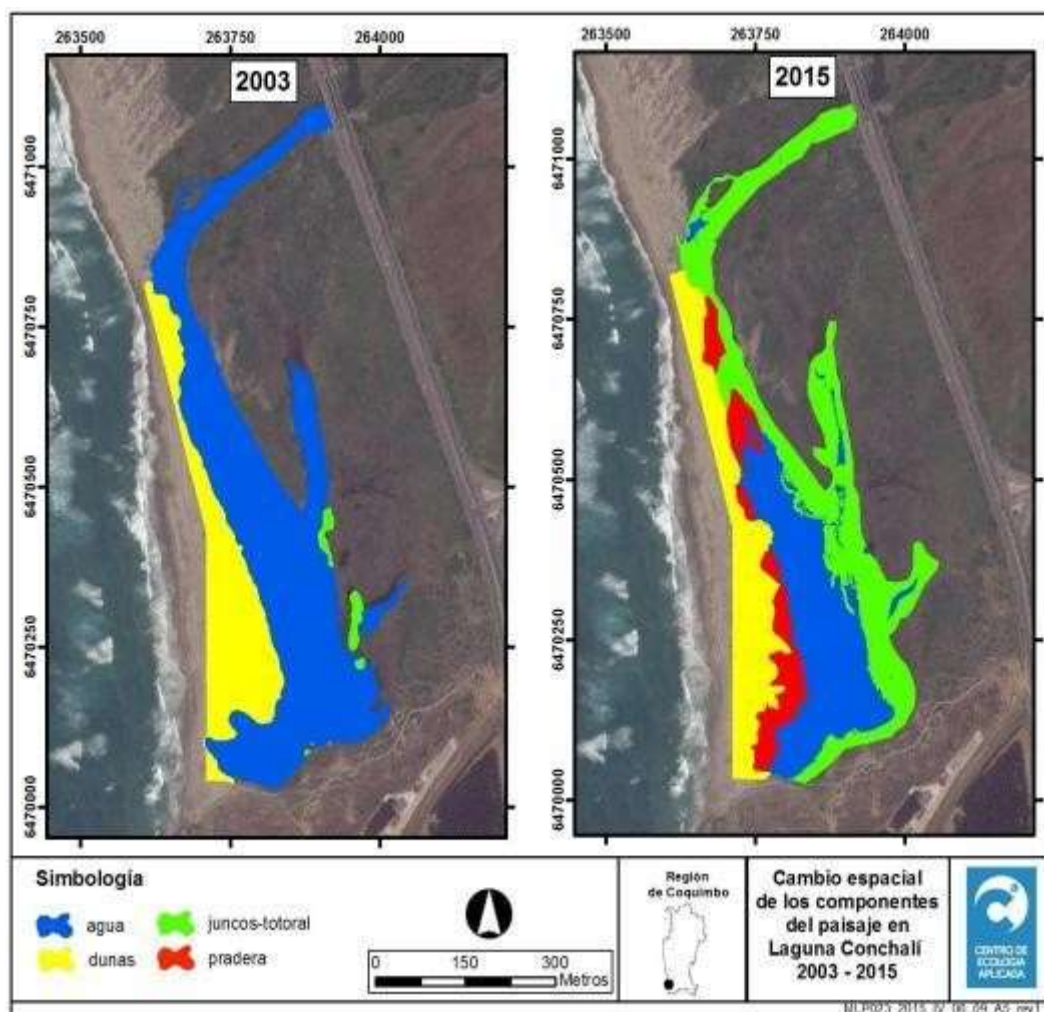


Figura 4.6. Contornos del espejo de agua (azul), dunas (amarillo), junco (verde) y pradera (rojo) en 2003 y 2011.

La vegetación asociada a la laguna corresponde tanto a vegetación terrestre, la cual posee relación con los niveles de la laguna mediante los aportes de agua que ella haga a los suelos de sus inmediaciones, como a la vegetación palustre que se desarrolla al interior del cuerpo de agua (principalmente juncos). Es esta última la que ha presentado un mayor cambio en los últimos años, evidenciándose una mayor presencia e internación de ella en la laguna (**Figura 4.7**). Este proceso estaría relacionado con los procesos de reducción del cuerpo de agua y a un cambio evolutivo de los cuerpos de agua que presentan una disminución considerable, o incluso el corte total, de los aportes y recargas de sus aguas; lo cual llevará al sistema a una condición más semejante a la de una vega y/o pantano.

Para realizar una comparativa, y poder determinar la evolución de la vegetación, se impuso un polígono de control que abarcara en su totalidad al cuerpo de aguas de la laguna. Los resultados de la vegetación detectada se entregan en la **Tabla 4.1**, de donde es posible observar que para el mismo polígono de control, el área cubierta por vegetación ha mostrado un considerable aumento. Cabe señalar que el análisis incluye al cuerpo de agua en sí, por lo que todas las áreas en las que

se presente nueva vegetación palustre serán detectadas e incluidas. En la *Figura 4.1* se puede observar el origen de la referencia. es posible observar la gran reducción del tamaño del brazo Este de la laguna, junto con la internación de la vegetación en el extremo norte de la laguna. Esto último se aprecia en que el espejo de agua del cuerpo principal es similar al del verano del 2013, excepto por la zona norte, en donde no se esperaría la detección de vegetación. Para el análisis de área se utilizó imagen hiperspectral tomada como parte del plan de monitoreo de laguna Conchalí.

Tabla 4.1. Área con vegetación detectada por estación y en base a polígono de control establecido.

Nº	Estación	Año	Área de vegetación de referencia (ha)
1	Otoño	2011	32,65
2	Invierno	2011	37,74
3	Primavera	2011	39,26
4	Verano	2012	33,28
5	Verano	2013	41,94
6	Primavera	2013	38,38
7	Verano	2014	43,51
8	Primavera	2014	36,57
9	Verano	2015	43,37

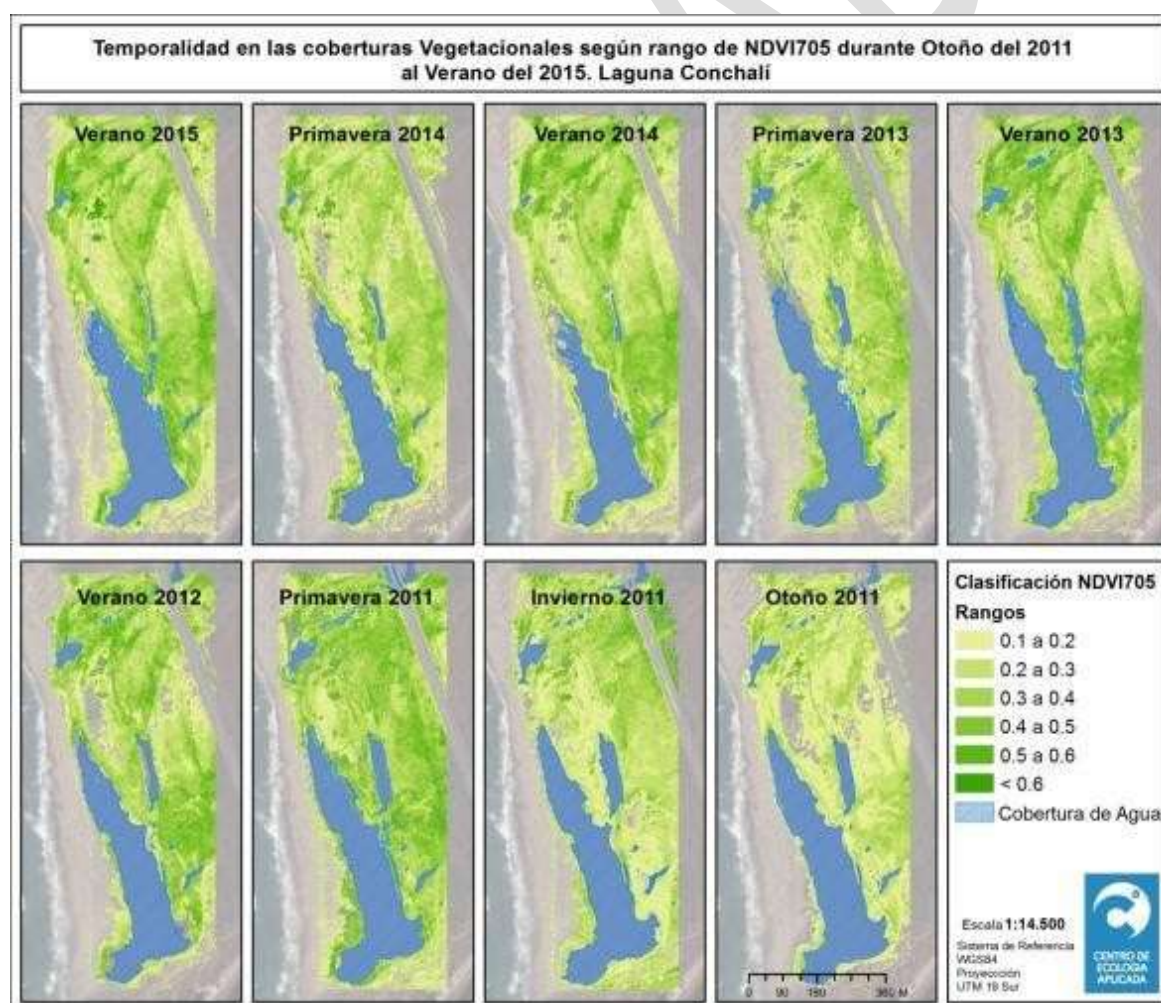


Figura 4.7. Evolución de la vegetación asociada a la Laguna Conchalí.

Cambios temporales del espejo de agua

El análisis de imágenes satelitales da cuenta del tamaño de laguna desde el año 1987 hasta el 2014. Los resultados indican que desde el año 1987 hasta 2004 se evidencio un comportamiento dinámico, con periodos de aumento y disminución del espejo de agua, en tanto desde el año 2007 hasta 2014 un descenso del tamaño del espejo de agua, siendo este año (2007) cuando se estima el cierre permanente de la barra hasta al menos el año 2014, lo cual se acopla con un descenso sostenido de las precipitaciones.

Cabe destacar que al hacer una análisis de correlación entre la media anual de precipitaciones y el tamaño del espejo de agua la tendencia de los datos indicarían que aquellos años secos serían el periodo donde se acumula mayor cantidad de agua ($r = -0,65$; $p < 0,05$), esto derivado principalmente por la permanencia de la barra, excepto el último periodo de donde el efecto acumulado de sequía más el cierre de la barra, han generado un descenso sostenido de esta, aun así registrando valores por sobre la media histórica (4,72 ha) (**Figura 4.8**).

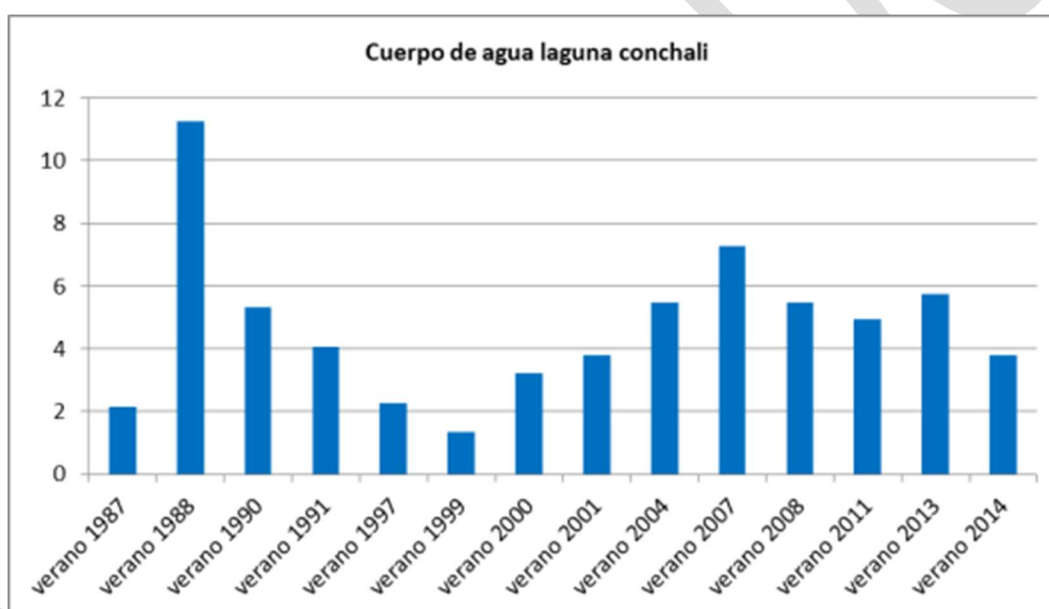


Figura 4.8. Indica tamaño de espejo de agua medido con imagen LANDSAT.

Se utilizó un set de imágenes de alta resolución para estimar la evolución del espejo de agua desde el año 2011 a 2015, los resultados indican que la laguna Conchalí ha mostrado una constante reducción de su tamaño con el tiempo, reduciéndose el tamaño del espejo de agua y evidenciándose un constante avance de la duna situada en su margen oeste.

En la **Figura 4.9** se aprecia la progresiva disminución de la superficie del espejo de agua, asociada al descenso de los niveles de la laguna. La variación del área del espejo de agua se entrega en la **Tabla 4.2**. La tasa de reducción del área del espejo de agua estimada corresponde a una pérdida aproximada de 0,8 ha/año, equivalente al 10% del área existente a inicios del 2011. Así, la reducción total registrada en el período 2011 a 2015 corresponde a cerca de 3 ha, valor cercano al 37% del total del área reportada en 2011.

Por otra parte, se espera que el avance sostenido que presentaba la duna del margen oeste de la laguna se haya mantenido, acorde a la reducción del tamaño de la laguna (**Figura 4.10**).

Tabla 4.2. Variación temporal del área del espejo de agua de la Laguna Conchalí.

Datos Históricos Superficie Espejo de Agua Laguna Conchalí - Hiperespectral			
ID	Año	Estación	Ha Agua
1	2011	Otoño	8,04
2	2011	Invierno	7,93
3	2011	Primavera	7,95
4	2012	Verano	6,42
5	2013	Verano	6,62
6	2013	Primavera	6,42
7	2014	Verano	4,68
8	2014	Primavera	5,23
9	2015	Verano	5,08

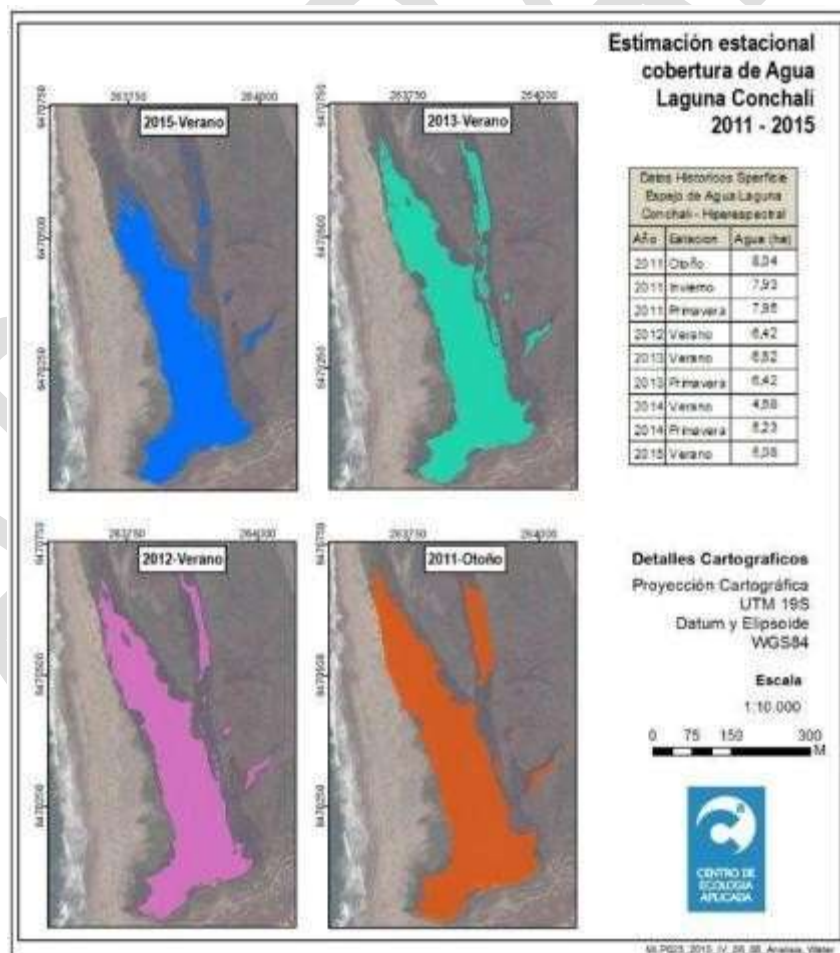


Figura 4.9. Evolución temporal de la superficie del espejo de agua de Laguna Conchalí en período 2011 a 2015.



Figura 4.10. Evolución de la duna del margen oeste de la Laguna

Dinámica temporal de la avifauna en laguna Conchalí

Los resultados de monitoreo de avifauna desde el año 1998 hasta el año 2014 indican una disminución de la riqueza y abundancia de las especies residentes, también se evidencia una disminución de la abundancia de las especies residentes de invierno, presumiblemente asociada al cambio estructural del hábitat para avifauna (**Figura 4.11**).

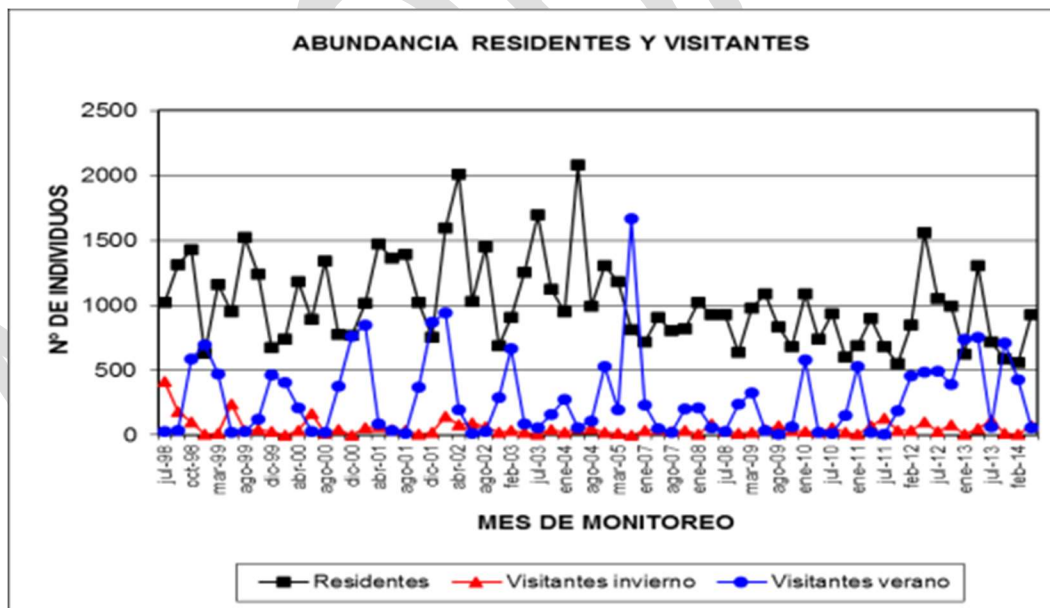


Figura 4.11. Cambios en el número de individuos de las aves observadas entre Julio de 1998 y Mayo de 2014, para los cinco sectores de estudio de Punta Chungo y Laguna Conchalí, para las especies residentes y visitantes.

Dinámica temporal de la ictiofauna en laguna Conchalí

La ictiofauna ha mostrado variaciones temporales respecto de su composición y estructura comunitaria, debido posiblemente a cambios morfológicos, físicos y químicos ocurriendo en la laguna Conchalí desde el último cierre de barrera reportado. En este sentido, el mayor cambio en cuanto a composición está dado por la total ausencia del róbalo (*E. maclovinus*) en la laguna en el período post-cierre de barrera, aunque también es importante mencionar que esta especie fue reportada en la laguna solamente en una ocasión en el período 1998-2002 y sólo se registró un ejemplar. Así, incluso en condiciones de apertura de barrera, esta especie era un visitante muy raro en este sistema, lo que sumado a su carácter marino, amplia distribución y ausencia de problemas de conservación, le resta significancia a su ausencia en este sistema.

5. Actualización de antecedentes y Condición actual

Para conocer el estado actual del sistema, se realizó la actualización del análisis de las variables más relevantes del sistema. Ellas corresponderán a la revisión de las amenazas actuales, cambios del tamaño de la laguna, tasa de los cambios en la vegetación del sistema y de los cambios en la calidad de sus aguas.

Amenazas

Se realizó un estudio para determinar las amenazas actuales existentes sobre la laguna Conchalí, los resultados obtenidos se indican en el siguiente cuadro resumen:

Categoría de amenaza	Subcategoría	Amenaza (en la cuenca o sobre la laguna)	Evidencia
Física	Hidrología	Alteración del ciclo hidrológico	DGA: derechos de agua "superan con gran exceso a los caudales permanentes disponibles" (DGA 1996). Sobreestimación de los recursos hídricos disponibles y falta de información relevante que conduce a sobreasignación de derechos de agua
	Obras de Infraestructura	Bocatomas / Pozos de extracción para uso domiciliario	Sobreasignación de derechos de agua / Disminución del espejo de agua
Química	Contaminación / Eutrofización / Desertificación	Actividad minera no metálica / ganadería / Pozos de extracción de agua /degradación de suelo	Actividades mineras desreguladas en la cuenca del estero Pupío (áridos) / sobrepastoreo de ganadería doméstica
Biológica	Flora y Fauna	Alteración del entorno por actividades humanas que favorecen invasión biológica	Presencia de <i>Pomacea canaliculata</i> y especies de flora introducida

12.1 Variación de la calidad del agua de la laguna

El análisis de la calidad de aguas de la Laguna Conchalí aquí presentado, está basado en la mediciones históricas realizadas en la estación 7 de aguas superficiales (7AS) del monitoreo realizado por SGS. El monitoreo realizado en la laguna comprende más que sólo los parámetros acá utilizados, incluyéndose una completa caracterización de la presencia de metales y de otros componentes como aceites y grasas. Ellos no son analizados por no representar un indicador directo de la condición físico-química de las aguas.

La actualización del análisis de la evolución de la calidad en el cuerpo de agua es realizado sobre los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, Temperatura, Conductividad eléctrica, pH y turbidez.

A continuación, se entregan las gráficas para los parámetros antes indicados. Así, se entrega primero la serie histórica completa del parámetro, y luego se hace énfasis (foco) en la serie desde el año 2013 a la fecha. Esto último, con el fin de poder verificar el posible cambio de tendencia del parámetro.

Los registros de oxígeno disuelto muestran un cambio bien marcado entre los años 2013 y 2014 (Figura 5.1), se observa como los niveles de oxígeno disuelto en el agua han disminuido en cerca de 2 mg/l en términos medios. Junto con el descenso observado, se debe señalar que los niveles mínimos que ha alcanzado la laguna durante los monitoreos, corresponden a niveles muy disminuidos, especialmente son frecuentes los registros inferiores a 5 mg/L desde mediados del 2014 en adelante, lo que califica a estas aguas como inadecuadas para el sostenimiento de la vida acuática de acuerdo con la NCh 1333 referida a este último uso.

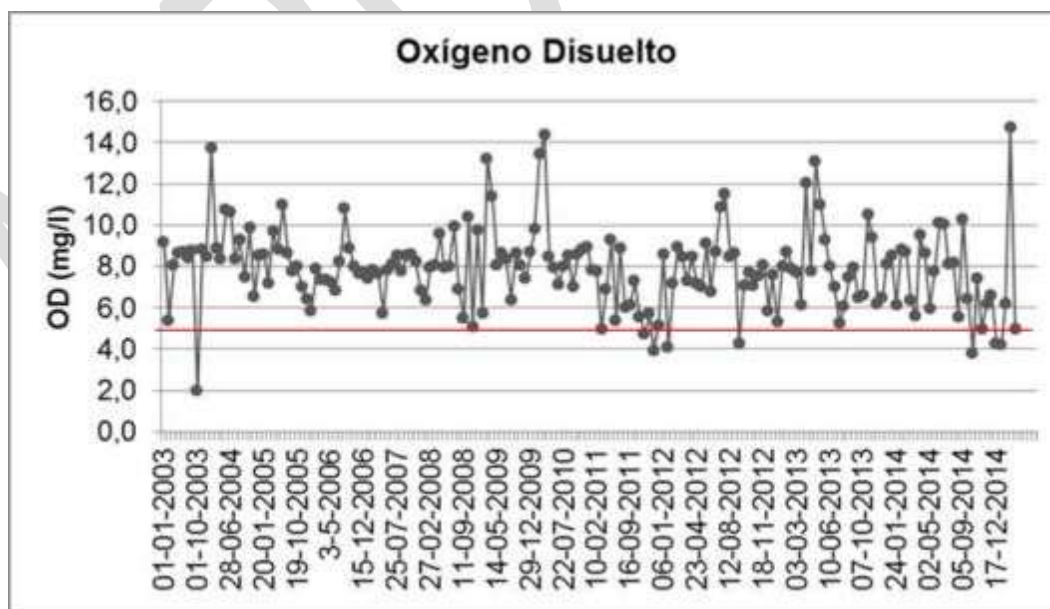


Figura 5.1. Registro histórico del Oxígeno Disuelto en laguna Conchalí. Registro abarca desde el año 2003 a la fecha (barra roja indica 5 mg/L, valor límite establecido por NCh 1333).

Los registros de temperatura no muestran cambios sustanciales de la temperatura de la zona de monitoreo. Además que se debe tener en cuenta que este parámetro dependerá fuertemente de las condiciones locales en el horario de realización del monitoreo, pudiendo no ser directamente comparables dos lecturas en meses similares.

Los registros de conductividad eléctrica muestran una sostenida alza, la cual se inicia en el año 2010 aproximadamente, aunque estos últimos valores aún se encuentran dentro del rango de valores determinados en los primeros años del estudio donde se observan peak de salinidades probablemente atribuibles a influencia de agua marina en la laguna en algunas campañas puntuales (**Figura.2**).

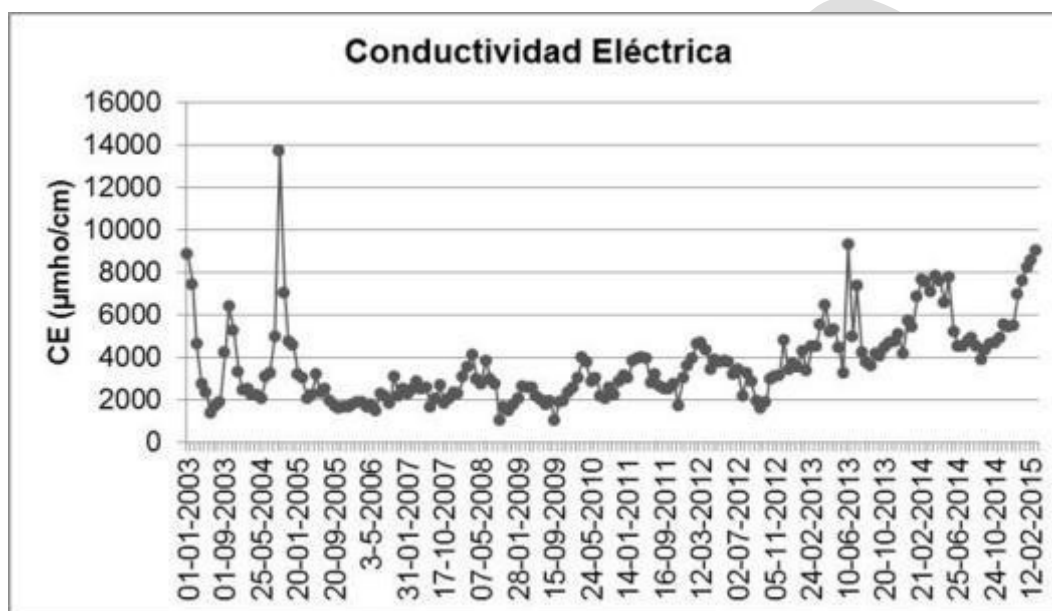


Figura 5.2. Registro histórico de la Conductividad Eléctrica en laguna Conchal. Registro abarca desde el año 2003 a la fecha.

Al igual que la temperatura, el pH tampoco evidenció una tendencia temporal definida, teniéndose valores de registro cercanos a 9,0, correspondientes a condiciones alcalinas moderadas. Ello fue independiente de los períodos considerados.

Respecto de la turbidez, cabe destacar que esta variable sólo se ha evaluado en las campañas más recientes (desde 2011 en adelante). Ella mostró valores heterogéneos pero que siguen una variación de tipo estacional, pudiendo estar asociada a eventos atmosféricos u otras fuentes.

Evaluación de trofia en aguas superficiales

Para la evaluación del estado trófico de la laguna Conchalí, se consideraron parámetros que son habitualmente utilizados para establecer criterios tróficos, tales como Clorofila a y Nitrógeno total. Estos parámetros fueron medidos desde el día 21 de septiembre del año 2014, en un punto de muestreo ubicado al lado Sur del cuerpo de agua principal. Los datos indican la existencia de variabilidad de los parámetros evaluados en el tiempo, para Clorofila a se identificó una variación que va desde los 1110 µg/L durante noviembre de 2014 hasta 60 µg/L durante marzo de 2015, todos estos valores se encuentran entre Eutrófico e Hipereutrófico. Los datos obtenidos de Nitrógeno total indican que este parámetro varió entre 2600 µg/L durante el 24 de octubre de 2014 y 600 µg/L durante el 21 de septiembre de 2014 y 12 de febrero de 2015, donde el estado trófico se puede definir como mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico según temporalidad del dato.

Un tipo de evaluación de estado trófico se basa en comparar los datos obtenidos in situ con valores fijos propuestos para cada rango de parámetros, lo cual permite establecer la incorporación de nutrientes al sistema o cuerpo de agua (Fraile et al 1995; Smith et al 1999).

De acuerdo a los datos obtenidos durante marzo del 2015 en laguna Conchalí, se pudo determinar que el sistema estuvo bajo el criterio Eutrófico o Hipereutrófico, dependiendo el autor, debido a los altos valores de Clorofila *a* y Nitrógeno total (**Tablas 5.1 y 5.2**).

Tabla 5.1. Criterio de estado trófico según diferentes autores.

Autores	Estado	NT (µg/L)	PT (µg/L)	Chl a (µg/L)
Dodds et al. 1998 *	Oligotrófico	<700	<25	<10
	Mesotrófico	700-1500	25-75	10-30
	Eutrófico	>1500	>75	>30
	Hipereutrófico	-	-	-
OECD 1998	Oligotrófico	<500	<25	<8
	Mesotrófico	500-1260	25-71	8-25
	Eutrófico	>1260	>71	>25
	Hipereutrófico	-	-	-
Nürnberg 1996	Oligotrófico	<350	<10	<3,5
	Mesotrófico	350-650	10-30	3,5-9
	Eutrófico	650-1200	30-100	9-25
	Hipereutrófico	>1200	>100	>25
Sakamoto 1966	Oligotrófico	-	-	-
	Mesotrófico	-	-	-
	Eutrófico	-	10 < [P] < 90	5 < [Chl a] < 140
	Hipereutrófico	-	-	-
Welsh & Lindell 1978	Oligotrófico	-	<15	<3,7
	Mesotrófico	-	15-30	3,7-10
	Eutrófico	-	>30	>10
	Hipereutrófico	-	-	-

La incorporación de nutrientes a sistemas acuáticos es derivada de una amplia variedad de fuentes, como flujo sedimentario, lluvias o incorporaciones atmosféricas. Los efectos más comunes con este aumento de nutrientes en cuerpos de agua son el incremento en la abundancia o biomasa algal y de plantas acuáticas, las cuales en grandes cantidades pueden deteriorar la calidad de las aguas (Smith et al 1999).

Tabla 5.2. Criterio de estado trófico y condición de laguna Conchalí año 2015.

Parámetros	Unidad	Criterio de estado trófico por Autores				
	(mg/L)	Doods et al 1998	Nürnberg 1996	OECD 1982	Sakamoto 1966	Welsh & Lindell 1978
Clorofila <i>a</i>	0,09	Eutrófico	Hipertrófico	Hipereutrófico	Eutrófico	Eutrófico
Fósforo Total	<0.2	Eutrófico	Hipertrófico	-	-	Eutrófico
Nitrógeno Total	1,4	Eutrófico	Hipertrófico	Hipereutrófico	-	-

6. Esquema de funcionamiento de la laguna

La laguna Conchalí corresponde a un cuerpo léntico que se forma en la desembocadura del estero Conchalí, cuya particular morfología alargada en dirección norte sur estaría determinada por el afloramiento rocoso en su límite oeste que se constituye en la barrera que la separa del mar. En gran parte de este afloramiento rocoso se observa una unidad de arenas que le sobreyace, como se puede observar en el perfil geológico que se presenta en la **Figura 6.1**.

En el perfil es posible esquematizar las recargas y salidas de la laguna, conceptualizadas a partir de la información existente hasta la fecha y que deben ser precisadas en el futuro en la etapa siguiente del estudio. Las entradas y salidas del sistema lagunar pueden desagregarse en las siguientes:

Entradas del Sistema:

- i. Agua Continentales:
 - a. Aguas Superficiales: el escurrimiento superficial en el estero Conchalí es de carácter eventual, observándose sólo en periodos de altas pluviosidad. En época sin precipitaciones sólo se observa escurrimiento en sectores de afloramiento de aguas subterráneas. Por lo tanto, esta entrada no es permanente y sólo se verifica en cortos y espaciados periodos de tiempo.
 - b. Aguas subterráneas: en el sector distal del acuífero que se desarrolla en el valle del estero Conchalí, se han identificado dos acuíferos: uno somero libre y otro confinado. El acuífero somero en la actualidad se encuentra muy deprimido, mientras el confinado aportaría un caudal más permanente.
- ii. Aguas Marinas:
 - a. Superficial: corresponde al ingreso del mar desde el oeste por la ruptura de la unidad de arenas que sobreyace a la unidad de roca en el límite oeste de la laguna. Dicha ruptura se produce sólo en eventos de altas precipitaciones que se traducen en un aumento excepcional del escurrimiento del estero, cuyo ingreso a la laguna es de carácter turbulento provocando el arrastre de los sedimentos que componen la barrera oeste de la laguna.
 - b. Subterráneo o subsuperficial: correspondería al ingreso principalmente desde el límite norte de la laguna donde no se observaría afloramiento rocoso al nivel de la laguna. Sin perjuicio de ello, no se descarta que el límite rocoso oeste presente discontinuidades que permitan un desarrollo de sedimentos marinos y por ende el ingreso de aguas marinas.

Salidas del Sistema:

- i. Evaporación desde el espejo de agua de la laguna: las condiciones meteorológicas a nivel anual son relativamente constante, por lo que su magnitud depende principalmente del área expuesta de la laguna y su salinidad.
- ii. Extracción de agua: los derechos constituidos en el área de estudio son subterráneos, sin embargo no es posible descartar otras extracciones no autorizadas desde fundamentalmente drenes y norias.

En el presente capítulo se analizarán cada una de estas entradas y salidas del sistema en base a la información levantada hasta ahora, y se presentarán las limitaciones existentes para la

estimación de sus magnitudes y por ende la imposibilidad de realizar actualmente un balance hídrico.

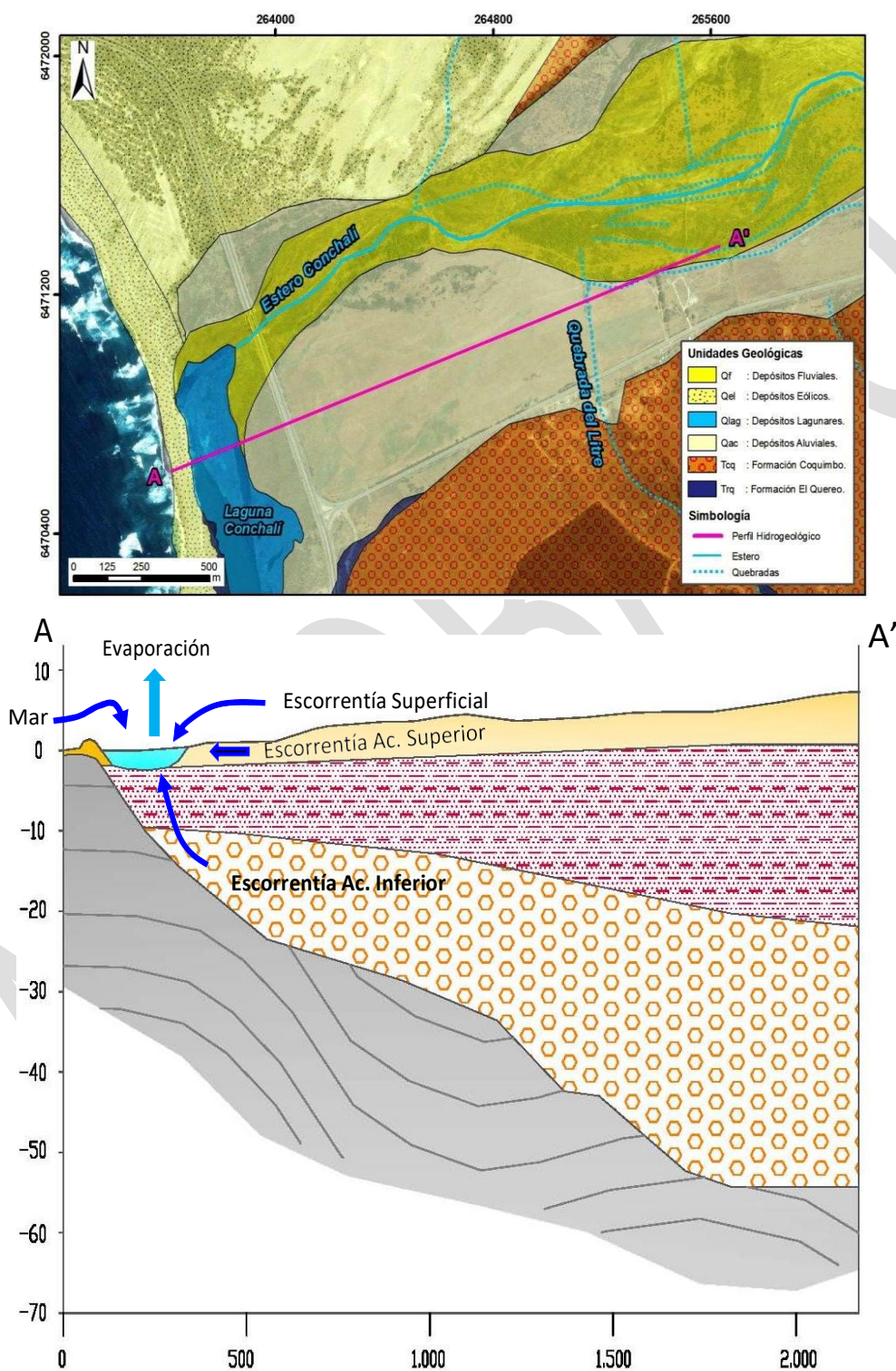


Figura 6.1. Perfil geológico sector Laguna Conchalí

Hidrología

La cuenca del estero Pupío, ubicada en la Cordillera de la Costa, tiene una extensión de aproximadamente 700 km². El principal cauce de agua de esta cuenca es el estero Pupío que en su tramo inferior pasa a llamarse estero Conchalí, posee una dirección Este–Oeste con una longitud aproximada de 55 km, a lo largo de la cual recibe el aporte de varias quebradas menores (Figura 6.2).

El estero Pupío y sus afluentes tienen un régimen hidrológico pluvial, con bajos montos de precipitación (250 mm/año promedio), por lo que el escurrimiento intermitente se produce principalmente entre los meses de Mayo a Septiembre, con caudales medios anuales del orden de los 100 L/s, de acuerdo a la estación DGA Pupío en El Romero. En los sectores de angostamiento del cauce, donde el relleno fluvial disminuye en forma importante su potencia, se producen afloramientos de aguas subterráneas.

El control del recurso hídrico de la cuenca del Estero el Pupío se inicia desde el embalse de cola del Tranque el Mauro, diseñado para coleccionar y desviar aguas lluvias en dirección aguas abajo del tranque de relaves. Luego, a lo largo del valle, las aguas superficiales intermitentes son captadas por canales de riego, mientras las aguas subterráneas, que corresponden a la principal fuente de abastecimiento, son captadas por pozos y norias.

Es así como al área de estudio sólo ingresan aguas superficiales en eventos de alta pluviosidad, los que se concentran en algunos días del periodo invernal, cuyo caudal es incrementado por las precipitaciones que se verifican directamente en la cuenca aportante que se desarrolla en el área de estudio.

7. Conclusiones

La condición histórica y actual de la laguna Conchalí debe contextualizarse espacialmente, ya que esta pertenece a la cuenca del estero Pupío, y en particular a la micro cuenca del estero conchalí por lo tanto las actividades que ocurran en esta microcuenca podrían tener alguna afectación mediata sobre el humedal. El análisis multicriterio de amenazas, indica que uno de los elementos críticos y con un alto valor de amenaza está determinado por la hidrología, el efecto de bajas precipitaciones, la poca regulación de recursos hídricos disponibles en la microcuenca y el aumento de la demanda de agua potable de Los Vilos, podrían ser causas una de las causas de la modificación ecológica de humedal.

Los registros históricos de la conductividad eléctrica en la laguna dan cuenta de incrementos puntuales de la CE antes del año 2004, lo cual es indicativo del ingreso de agua de mar por rompimiento de la barrera de arena. Esta condición hasta la fecha no se ha vuelto repetir

Tal como sucedió con la precipitación, la tendencia del flujo en el estero Pupío fue a la baja a partir de 2004, lo que coincide también con el cierre de la barra. No obstante, la tasa de descenso no coincide con la variación de la precipitación, presentando caudales casi nulos incluso durante el periodo pluvial. Esta disminución de los caudales podría estar asociada al descenso de niveles del acuífero, que desde el año 2004 muestra un descenso sostenido de al menos 3 metros de profundidad. Cabe señalar que, dada la información disponible, no hay certeza respecto a la conexión entre el acuífero utilizado como fuente de agua y el estero Conchalí y la laguna Conchalí, pero que dada su ubicación se estimará que esta existiría.

Los resultados actuales de los análisis detallados en el presente modelo permiten describir un deterioro de las condiciones de hábitat en la laguna Conchalí, siendo el principal factor forzante, la falta de aportes y recargas al sistema. Esto último está asociado a la sequía existente en la zona, fenómeno climático que ha sido identificado y descrito por la DGA (2010) para la IV Región. La baja disponibilidad de agua en la zona es tal que la Dirección General de Aguas (DGA) ha

promulgado numerosos decretos designando el área como zona de escasez hídrica (Decreto N°153 de 2008, n°404 de 2010, N°222 de 2011, N°262 de 2012, N°204 de 2013, N°139 y 372 de 2014, y N°88 de 2015). Esta sequía comenzó a mediados de la década pasada, y afecta de forma directa el área en la cual se inserta la laguna Conchalí. Además, cabe destacar que este escenario puede verse exacerbado por la necesidad de agua (demanda de aguas al sistema hídrico de la zona). Consistente con los menores aportes hídricos al sistema, se han desarrollado procesos como: la disminución del espejo de agua y volumen de la laguna, la estabilización (consolidación) de la barrera de arena que impide la conectividad de la laguna con el mar, aumento del tiempo de retención de las aguas en la laguna, y el inicio del proceso de eutrofización de sus aguas.

Los parámetros de la calidad de agua de la laguna, que se encuentran estrechamente ligados con los cambios en el balance hídrico del sistema, mostraron un incremento en los valores de la conductividad eléctrica y la disminución de la concentración del oxígeno disuelto. Así, se llegan a tener valores del oxígeno disuelto inferiores a 5 mg/L desde mediados del 2014 en adelante, lo cual califica a las aguas de la laguna como inadecuadas para el sostenimiento de la vida acuática según la Norma Chilena (NCh 1333). Cabe destacar que en condiciones eutróficas de alta productividad primaria, la disminución de los niveles de oxígeno pueden ser extrema durante la noche, esto debido a que en estas condiciones el proceso fotosintético productor de oxígeno se encuentra inhibido y predomina la respiración que consume oxígeno, de este modo los niveles de oxígeno de la laguna Conchalí podrían ser aún más limitantes para la vida acuática de lo ya descrito en este informe.

El esquema conceptual del funcionamiento hídrico de la laguna Conchalí, esbozado en el presente documento, y cuyas recargas y salidas se presenta la Figura 7.1, muestra que su comportamiento presenta abruptas variaciones dadas principalmente por eventos aislados de ingreso de importantes flujos de aguas superficiales que se verifican en cortos periodos de tiempo durante precipitaciones extremas, lo que a su vez permite el ingreso directo del mar por la ruptura de la unidad de arenas en la barrera que separa la laguna del mar. Entre cada evento de altas precipitaciones, la laguna se mantiene relativamente estable, siendo la evaporación el principal factor de disminución del volumen embalsado y del aumento de su salinidad.

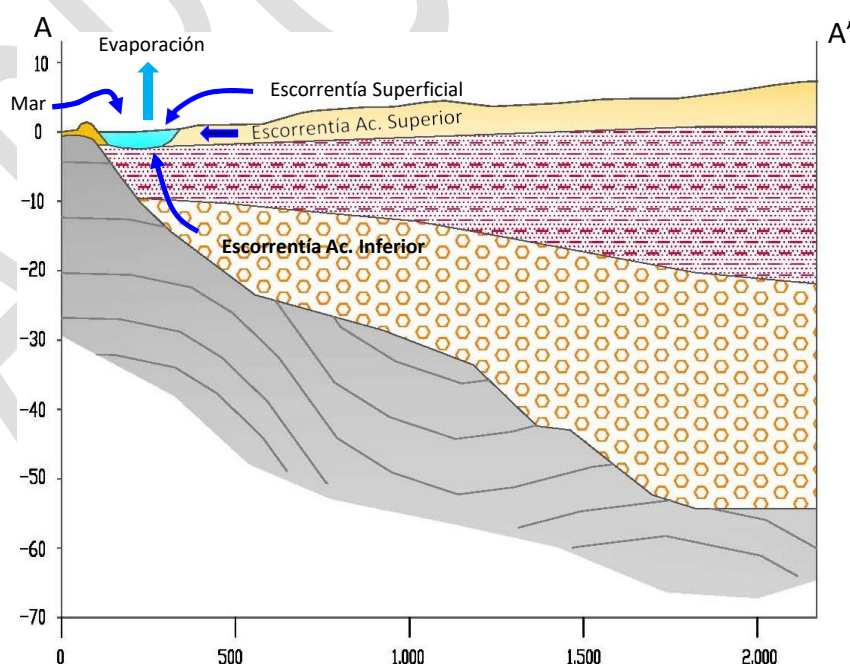


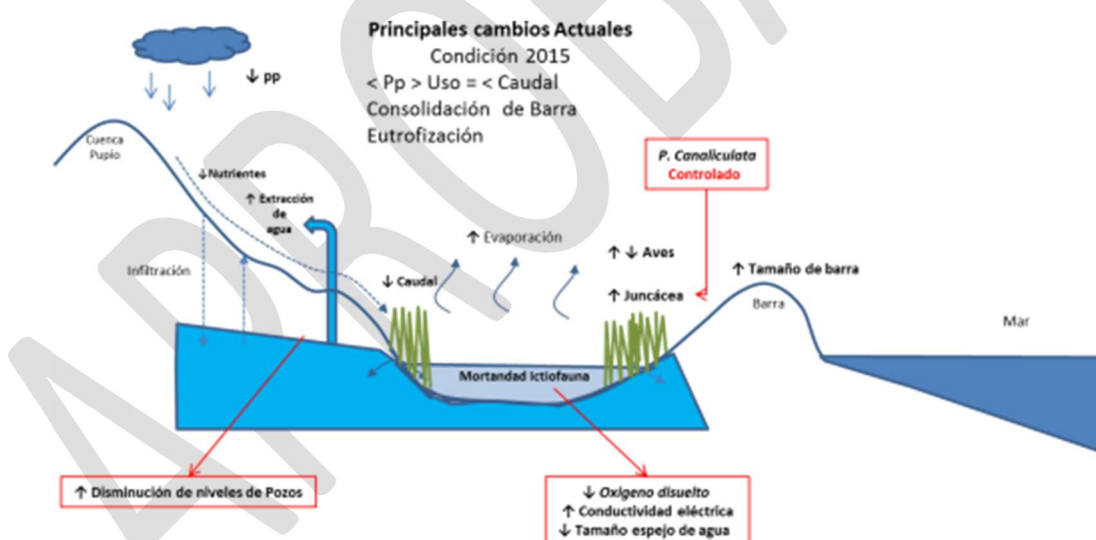
Figura 7.1. Esquema conceptual de funcionamiento hídrico de la laguna Conchalí

En la actualidad la región se encuentra en un prolongado periodo de sequía que ha significado una disminución importante del ingreso de aguas subterráneas a la laguna y un menor ingreso de aguas superficiales, no habiéndose verificado desde el año 2004 ningún evento de precipitaciones extremas que haya permitido la ruptura de la barrera. Lo anterior ha significado una importante disminución del volumen de la laguna y un aumento de su salinidad.

Hasta la actualidad, el funcionamiento de la laguna se encuentra determinada por factores naturales, los que presentan una gran variabilidad. Sin perjuicio de ello, no se descarta que en el futuro las extracciones de aguas subterráneas pudiesen incrementarse e incidir más fuertemente en una disminución de las entradas de aguas subterráneas a la laguna, considerando las nuevas solicitudes de derechos de aprovechamiento que se han presentado ante la DGA.

Con el objeto de precisar el modelo de funcionamiento hídrico de la laguna y evaluar la magnitud de los flujos que la sustentan se han identificado en este documento una serie de levantamientos y mediciones que serían necesarios efectuar en el futuro cercano. Contar con un modelo conceptual acabado permitirá la modelación matemática del sistema, constituyéndose en una herramienta predictiva que permitirá evaluar la incidencia de los cambios antrópicos que pudiesen producirse, especialmente el aumento de las extracciones de aguas subterráneas y eventualmente también superficiales.

A continuación se detalla un esquema conceptual de la condición de la laguna Conchalí:



Los antecedentes disponibles a la fecha permiten establecer que el estado de ecológico hipereutrófico de la laguna Conchalí continuará acentuándose, con una reducción progresiva de la presencia del espejo de agua y predominio del pajonal.

En la actualidad existen diferentes indicadores que dan cuenta de un proceso de cambio de la ecología de la laguna, definido por el cambio de la dinámica de abertura y cierre de barra, antes del año 2004 este sistema era de tipo mixto y desde esa fecha hasta la actualidad solo tiene aporte de aguas provenientes de las escasas precipitaciones, lo cual a determinado cambios en la estructura

y función del ecosistema. Además de las escasas precipitaciones en la zona existe un uso de aguas subterráneas de la cuenca que pudiese estar afectando la dinámica hidrológica histórica.

8. Recomendaciones

El humedal de la laguna Conchalí basa su valor ecológico en la elevada biodiversidad de avifauna y organismos acuáticos presente en el ecosistema, como resultado de un paisaje heterogéneo. Al acentuarse el proceso de eutroficación, la heterogeneidad espacial disminuirá, de manera más marcada en el compartimiento de agua dulce y vegetación hidrófila.

Esto nos lleva a plantear las siguientes acciones para fortalecer los registros y documentación de los cambios en la estructura y funcionamiento de la laguna Conchalí, que derivarán del proceso de eutroficación modulado por la reducción de los aportes hídricos. Donde de manera progresiva ocurrirá una pérdida a medio plazo del valor ecológico característico del humedal. Cabe señalar que el monitoreo de los procesos que ocurren en la laguna Conchalí ya se encuentran implementados casi en su totalidad, a continuación se detalla el plan de monitoreo actual y las posibles mejoras:

Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/ seguimiento	Frecuencias del monitoreo/ Registro	Disponibilidad de la Información/ Método adquisición	Estado del monitoreo
Meteorología	Precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, magnitud y dirección del viento.	Estación meteorológica de registro continuo y transmisión de datos	Registro continuo	Transmitida/Autónomo	Implementado
Hidrología	Medición de nivel freático	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 3 estaciones)	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo	Propuesto
	Medición de nivel de laguna	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo	Propuesto
	Batimetría / Topografía/	Escandallo, ecosonda o Estación Total, según definición de criterios técnicos	Primavera-Verano, cada dos años	Terreno	Propuesto
	Estimación del espejo de agua	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno	Implementado

Evolución de condiciones de borde	Determinación de la dinámica temporal de dunas y barra como condición de borde	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno	Implementado
--	--	-----------------------------------	--------------------	-------------------	---------------------

9. Bibliografía

- FRAILE H., E. ORIVE & J. POZO (1995). Evaluación del estado trófico y comparación de modelos relativos al Fosforo en los embalses de Cernadilla y Valparaíso (Río Tera, Zamora). Limnética. 11(2): 29-37.
- DGA 2010. Pronostico de disponibilidad de agua temporada de riego 2010-2011 <http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Pronstico%20de%20Disponibilidad%20de%20Aguas/pronostico%202010%202011.pdf>
- MLP 2015. Informe de monitoreo de avifauna en punta chungo y laguna Conchalí, minera los pelambres, región de Coquimbo.
- MLP 2015 Informe ictiológico programa de monitoreo aguas continentales minera los pelambres río Choapa, laguna Conchalí, estero Pupío, quebrada Llau-llau, fundo Monte Aranda, fundo el mauro.
- MLP2015 Programa de monitoreo aguas continentales minera los pelambres río cuncumén, laguna Conchalí y estero Pupío.
- MLP 2015 Informe monitoreo de flora y vegetación en el sector laguna Conchalí, minera los pelambres, región de Coquimbo.
- NÜRNBERG B. T. (1996). Trophic state of clear and colored, soft- and hard-water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. Lakes and Reservoir management. 12: 432-447.
- OECD (1982). Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. Paris. 164pp.
- RAMSAR 1987. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. http://archive.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671_4000_2__
- RAMSAR 1996 Lineamientos para el funcionamiento del Registro de Montreux. Resolución VI.1, Brisbane 1996, Anexo: 3
- RAMSAR, 2010. Cómo abordar la modificación de las características ecológicas de los humedales: Cómo abordar la modificación de las características ecológicas de los Sitios Ramsar y otros humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 19. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- SAKAMOTO M. (1966). Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth. Arch. Hydrobiol. 62: 1-28.
- SMITH V., G. TILMAN & J. NEKOLA (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystem. Environmental Pollution. 100: 179-196.
- WELCH E. & L. LINDELL (1978). Phosphorus loading and response in Lake Vanern nearshore areas. Env. Sci. Technol. 12: 321-327.

APPROBADO