

Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces



Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces

PLAN INTEGRAL DE GESTION AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE RIO CRUCES



Corporación Nacional Forestal

Valdivia Agosto de 2006.

El presente documento fue elaborado por la
Corporación Nacional Forestal en cumplimiento del mandato
realizado por la Resolución Exenta N° 377 del 6 de junio de 2005,
de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la
Región de Los Lagos.

Para la planificación y generación de los antecedentes que se adjuntan,
se contó con la participación del Centro de Estudios
Agrarios y Ambientales y de la Universidad Austral de Chile



Corporación Nacional Forestal

Título de la obra original: Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal de Río Cruces.

Editores:

- Fernando Díaz, Leonardo Yáñez, Claudio Femenias, Conrado González, Elke Huss, Isabel Mayorga, José Luis Galaz, Luis Figueroa y Oscar Puentes.

Colaboradores:

- Centro de Estudios Agrarios y Ambientales: Patricia Möller, Moira Barrientos, Jorge Pantoja, Carlos Vergara, Vanesa Schmidt y Laura Gómez
- Universidad Austral de Chile: Facultad de Ciencias : Instituto de Zoología: Dr. Eduardo Jaramillo, Dr. Mauricio Soto, Dr. Germán Pequeño, Dr. Stefan Woelfl, Dr. Carlos Jara, Dr. Roberto Schlatter y Lic. en Ciencias César Cuevas. Instituto de Ecología: Dr. Roberto Néspolo. Instituto de Geociencias: Dr. Mario Pino. Instituto de Botánica: Dr. Jorge Jaramillo. Instituto de Física: M. Sc. Charlotte Lovengreen. Instituto de Química: M. Sc. Hernán Palma. Facultad de Ciencias Forestales: Instituto de Manejo Forestal: Dr. Víctor Sandoval y M.Sc. Gastón Vergara. Facultad de Medicina: Instituto de Histología y Patología: Dr. Bruno Peruzzo y Ing. Elec. Ricardo Silva. Facultad de Ciencias Veterinarias: Instituto de Patología Animal: Dr. Ricardo Henríquez, Dr. Enrique Paredes, Dr. Jorge Ulloa, Dr. Gastón Valenzuela y Med. Vet. Claudio Verdugo. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias: Dr. Néstor Tádich. Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria: Dr. Carla Rosenfeld y Dr. Gustavo Monti.
- Universidad Santo Tomas: Departamento de Ciencias Básicas: Dr. Nelson Lagos y Dr. Claudio Beltrán.
- Universidad de Concepción: Facultad de Ciencias Forestales: Dr. Pedro Real. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas: Departamento de Botánica: Dra. Angélica Casanova.
- Universidad Católica de la Santísima Concepción: Facultad de Ingeniería: Laboratorio de Tecnologías de la Información: Ing. Mat. Marcelo Carro.

- Universidad de Chile: Centro de Estudios Espaciales: Lic. Geog. Pedro Paolini. Facultad de Ciencias: Dr. Víctor Marín, M. Sc. Dr. (c) Luisa E. Delgado y M. Sc. Irma Vila. Facultad de Ciencias Sociales: Dr. Marcelo Arnold.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN): Geóloga Rosa Troncoso.
- Universidad de Lujan: Departamento de Ciencias Básicas: Dr. Walter Di Marzio, Dra. María Elena Sáenz, Dra. María del Carmen Tortorelli y Lic. José Luis Alberdi.
- Ufz-Institut ff Environmental Research Leipzig/Halle, Magdeburg, Alemania: Dra. Margarete Mages.
- Laboratorios Benthos, Valdivia: M. Sc. Maritza Mercado
- Centro de Ecología Aplicada: Dr. Manuel Contreras, Dr. Fernando Novoa, Ing. Civ. Dr (c) Alberto de la Fuente, M. Sc Dr. (c) Ginger Martínez y M. Sc. Elisabeth Araya.
- Corporación Terra Australis : M. Sc. Jorge Oporto, Fernando Figueroa, M. Sc. Lila Brieva, M. Sc. Alice Turner, M. Sc. Mariano Grandjean y antropóloga Pamela Fernandoi.

Las denominaciones empleadas en esta publicación acerca de las condiciones jurídicas de países, territorios, ciudades o zonas, de sus autoridades, o de la delimitación de sus fronteras o límites y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no implican juicio alguno por parte de los organizadores que patrocinaron o auspiciaron el documento, así como tampoco de los editores.

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente y de cualquier forma, sólo para propósitos educacionales y no comerciales, mencionando la fuente de origen y los editores.

Impreso en Chile / Printed in Chile

*“Porque donde unas cuencas vacías amanezcan,
ella pondrá dos piedras de futura mirada
y hará que nuevos brazos y nuevas piernas crezcan
en la carne talada.*

*Retoñarán aladas de savia sin otoño
reliquias de mi cuerpo que pierdo en cada herida.
Porque soy como el árbol talado, que retoño:
porque aún tengo la vida.”*

*Miguel Hernández
El herido, Poemas del Alma.*

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a:

Roberto Martinic (CORFO), Maria Luisa Keim (UACH), Cuerpo de Guadaparques de CONAF Provincial Valdivia, especialmente a los Srs. Roberto Rosas, Luis Miranda y Luis Thon; Alejandra Pérez y Paloma Quevedo por ayudar desinteresadamente en la realización del documento.

Todas las personas que participaron en los talleres y reuniones efectuadas en el proceso de formulación de este Plan.

Las personas de las localidades rurales de la cuenca de río Cruces, quienes con esfuerzo e interés asistieron a reuniones, contestaron encuestas y dialogaron en este proceso.

La ciudadanía de Valdivia, por hacer de este un tema relevante y motivarse mutuamente para participar y opinar.

Todos aquellos que confiaron en la institucionalidad pública para abordar una tarea de alta sensibilidad en la ciudadanía.

Resumen

El presente documento contiene los conceptos, características y estructura del Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal de Río Cruces. Este fue encomendado por la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región de Los Lagos y desarrollado por la Corporación Nacional Forestal. En el proceso de formulación participaron 10 instituciones nacionales y extranjeras. Entre ellas, seis Universidades formaron parte de un consorcio que apoyó el ejercicio de planificación, poniendo a disposición, además, sus competencias para la ejecución.

El Plan consta de tres ámbitos temáticos, los que le dan identidad a los temas que lo componen. El primero de ellos corresponde al Ámbito Ecosistémico, que incluye tres programas, los cuales se estructuran sobre la base de líneas de acción que apuntan a generar el conocimiento básico y aplicado necesario para el uso racional del humedal y su entorno.

El segundo corresponde al Ámbito Social, donde se incluyen los programas relacionados con educación, capacitación ambiental, participación, comunicaciones, producción sustentable y salud. Este ámbito recoge la demanda ciudadana en su más amplio espectro temático y espacial (incluye a varios poblados de la cuenca del río Cruces).

El tercero corresponde al Inter-Ámbito, el que se ocupa de la ordenación territorial y la administración del Sistema de Información Geográfico que se propone implementar. Además, desarrolla las acciones necesarias para el proceso de normalización ambiental y normativa del Plan.

Presentación

El humedal del río Cruces se caracteriza por albergar una gran cantidad de flora y fauna típica de estos ambientes, incluyendo una variada gama de aves, que se reproducen en distintas zonas. Hasta hace un par de años, en este ambiente residía una de las poblaciones reproductivas de cisnes de cuello negro más grandes del país, la que compartía espacio con otras especies que se alimentaban de la abundante presencia de la planta acuática, conocida como luchecillo (*Egeria densa*).

Sin embargo, durante el año 2004 se produjo una alteración significativa al interior del humedal, lo que afectó los distintos procesos fisicoquímicos que se desarrollan en el ambiente, señalado en Resolución Exenta N° 377 del 6 de junio de 2005, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región de Los Lagos. Ello desencadenó una serie de alteraciones ecológicas, que tuvo su expresión más conocida en la desaparición de la cobertura vegetal (luchecillo).

Esta situación desencadenó eventos sobre las especies que habitaban en el humedal, siendo el más conocido, la migración y mortalidad de los cisnes de cuello negro y la migración de las poblaciones de las tres especies de tagua que residían en el lugar (*Fulica armillata*, *F. leucoptera* y *F. rufifrons*).

Existe varias hipótesis y supuestos sobre lo ocurrido en el humedal, algunas propuestas desde ámbitos del conocimiento como la hidrodinámica del sistema, hasta la radiación electromagnética sobre el mismo. Sin embargo, un estudio realizado para determinar el origen de los cambios producidos en el ambiente, señala que existiría una relación de causalidad con el inicio de la actividad industrial de la planta ubicada en San José de la Mariquina de la empresa Celulosa Arauco y Constitución (CONAMA-UACH, 2005). El factor determinante, aparentemente, estaría dado por el vertido de sulfato de aluminio, floculante utilizado en los tratamientos de los residuos industriales líquidos, provenientes de la industria. Dicha situación quedó expresada, en el Considerando 4°,

de la Resolución Exenta N° 377 del 6 de junio de 2005, que emitió la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región de Los Lagos.

Por otro lado, esto no sólo desencadenó los efectos ecológicos anteriormente descritos, sino que también trajo efectos socio – económicos en las distintas comunidades de la zona adyacente al humedal, que están asociadas directa o indirectamente a éste. Considerando lo anterior, y con la finalidad de tomar las medidas que permitan recuperar, minimizar y prevenir los efectos producidos por la intervención antrópica -así como la disminución o extinción de ciertas especies en el área- la Corporación Nacional Forestal (CONAF), ha formulado un «Plan Integral de Gestión Ambiental para el Humedal del río Cruces».

Teniendo presente lo señalado, este Plan contempla la realización de las actividades necesarias con el fin de rehabilitar las funciones ecológicas del humedal, entregando las directrices necesarias para que exista una adecuada gestión ambiental de la cuenca y de sus actividades productivas actuales como futuras. Así también, se considera una amplia participación ciudadana en la construcción, formulación y ejecución del Plan, recabando demandas sociales, vinculándolas, articuladamente, a las posibles soluciones existentes. Corresponderá a las autoridades competentes evaluar este Plan, con el fin de realizar las acciones necesarias para rehabilitar el humedal y su entorno.

Catalina Bau Aedo
Directora Ejecutiva
Corporación Nacional Forestal

CONTENIDOS

CONTEXTO GENERAL

PARTE I. ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN: COMPONENTES Y MECANISMOS DE INTERACCIÓN

PARTE II. CONCEPTOS Y PROPIEDADES DE LOS HUMEDALES

PARTE III. EL HUMEDAL DEL RÍO CRUCES

PARTE IV. CONTEXTO SOCIAL, CULTURAL, ECONÓMICO Y GEOGRÁFICO

ÁMBITOS DEL PLAN

ÁMBITO ECOSISTÉMICO

ÁMBITO SOCIAL

ÍTER-ÁMBITO

COSTO TOTAL DEL PLAN

CARTAS GANTT

**PARTE I: ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN: COMPONENTES Y
MECANISMOS DE INTERACCION.**

PARTE I: ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN: COMPONENTES Y MECANISMOS DE INTERACCION.

Contenido

1. Conceptos utilizados en el Plan

1.1. Ciudadanía Ambiental

1.2. Enfoque Ecosistémico

2. Estructura del Plan

2.1. Ámbitos de acción del Plan

2.2. Ámbito Ecosistémico

2.2.1. Programa de investigación

2.2.2. Programa de monitoreo

2.3. Ámbito Social

2.3.1. Programa de Educación y Capacitación Ambiental

a) Educación Ambiental

b) Capacitación Ambiental

2.3.2. Programa de Participación Ciudadana y Comunicaciones

2.3.3. Programa de Calidad de Vida y Salud

2.4. Inter-Ámbito

2.4.1. El Programa de Ordenación Territorial

2.4.2. Programa Normativo

3. Coordinación de la información entre Ámbitos

3.1. Plataforma SIG

3.1.1. Definición y caracterización de la Plataforma SIG

3.1.2. Confección de inventarios de la Plataforma SIG.

4. Mecanismos de coordinación y Evaluación del Plan

4.1. Gestión del Plan

4.2. Institucionalidad del Plan

4.3. Sistema de gestión del Plan

4.4.1. Comité de Gestión del Plan

4.4.2. Comité Científico del Plan

4.4.3. Evaluación externa

4.5. Modelo de aplicación y coordinación en el Plan

4.5.1. Marco temático

4.6. Mecanismo para la toma de decisiones en el Plan

a) Modelos conceptuales y FES-sistema

b) Sistema Físico-Ecológico-Social (FES-sistema)

d) El humedal como ecosistema

e) Estructura ecosistémica de un humedal

f) Funcionamiento del ecosistema

g) Organización del ecosistema

h) El hombre como elemento integrante del ecosistema

PARTE I: ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN: COMPONENTES Y MECANISMOS DE INTERACCION.

1. Conceptos utilizados en el Plan

Cualquier proceso de planificación está sustentado en la identificación de conceptos fundamentales que den una dimensión filosófica y temática a su desempeño.

En este contexto, la formulación del Plan está cimentada en dos conceptos fundamentales, los que se entrecruzan y aportan las bases para desplegar las acciones de planificación necesarias. Estos conceptos son de utilidad propia del plan y forman parte del quehacer del mismo, como de su filosofía y camino futuro.

1.1. Ciudadanía Ambiental.

El primer concepto corresponde al de "*Ciudadanía Ambiental*". Propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y utilizado ampliamente por el Programa para el Medio Ambiente de Naciones Unidas (PNUMA).

Se entiende como Ciudadanía Ambiental "*a la integración dinámica entre el reconocimiento de los derechos al ambiente y a la vida, los deberes diferenciados de ciudadanos y ciudadanas frente al ambiente y el desarrollo sustentable, y la participación activa de todos y todas para defender sus derechos y ejercitar cotidianamente sus respectivas responsabilidades en un marco ético y de valoración de la vida en todas sus manifestaciones*" (UICN-PNUMA, 2005).

El concepto de ciudadanía conduce a un tema clave: la construcción de una sociedad más humana. Esto nos lleva a pensar en el conjunto de personas que pueden y deben tomar parte activa en el proceso de su propio desarrollo, como individuos pensantes, como miembros de una comunidad, de una nación, en suma, como responsables vinculados con espacios geográficos y ámbitos históricos y culturales propios, y

ciudadanos y ciudadanas del planeta, con derechos y obligaciones en el entorno natural y social. El ejercicio de estos derechos y responsabilidades proporciona la conciencia ambiental.

En Chile, la Constitución señala que todos los ciudadanos y ciudadanas tienen derecho a un ambiente sano. Se abre paso, así, a la construcción de una ciudadanía que esté en capacidad de defender sus derechos ambientales constitucionales, comprenda y cumpla sus deberes ambientales y sus responsabilidades acordes con sus roles sociales.

Para aportar a la comprensión del concepto de Ciudadanía Ambiental, se pueden usar tres elementos de base, cuya articulación conforma la ciudadanía ambiental:

- Los derechos a la vida, al desarrollo sustentable y al ambiente.
- Los deberes ambientales, diferenciados según roles sociales.
- La participación real para defender los derechos y llevar a la práctica los deberes ambientales.

La formación de ciudadanía ambiental se da a través de la fusión activa de estos factores interactuantes, cuyas mutuas relaciones deben contar con un indispensable sustento ético, de recuperación y construcción de nuevos valores. Es por ello que se puede aseverar que se construye ciudadanía ambiental cuando:

- Se apoya el reconocimiento y defensa de los derechos a la vida, al desarrollo sustentable y a un ambiente sano.
- Se promueve el ejercicio de los deberes ambientales, diferenciando a los sectores y grupos, en sus respectivas responsabilidades.
- Se crean, refuerzan o promueven mecanismos e instrumentos efectivos de participación ciudadana para el ejercicio de los derechos y deberes ambientales.

- Se forma a los ciudadanos y ciudadanas para que participen directamente en los procesos de gestión ambiental, en defensa del patrimonio natural y cultural, y en defensa de la vida.
- Se realizan actividades de participación efectiva de la ciudadanía en dichos procesos, a diversos niveles y con diferentes responsabilidades.

1.2. Enfoque Ecosistémico

El segundo concepto utilizado es el “*Enfoque Ecosistémico*”, propuesto por el Convenio Sobre Diversidad Biológica en el año 2000 (ratificado por Chile en 1994). Este enfoque es definido como: “*una estrategia integrada para el manejo de la tierra, el agua y los recursos vivos de los humedales, que permite mantener o restaurar los sistemas naturales, sus funciones y valores de tal manera que se promueva la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas de una forma justa y equitativa, participativa y descentralizada, a través de la integración de factores ecológicos, económicos, culturales y sociales, dentro de un marco geográfico específico*”. (CDB, 2000).

A continuación se detallan a mayor profundidad los doce principios que engloba esta nueva visión de desarrollo y manejo de las áreas protegidas:

1°. La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierras, aguas y biota deben quedar en manos de la sociedad. Considera que los procesos de conservación son fenómenos sociales, por lo que no hay que perder de vista que es la sociedad la que protege o destruye estos recursos. Por tal motivo este principio hace hincapié en que se debe dar un sentido a la acción de conservar, en el marco de su desarrollo individual y colectivo. Para esto el Plan considera la realización de programas de educación y participación de la ciudadanía, los cuales se basan en la información y el desarrollo de un diálogo constructivo. Otro mecanismo utilizado es la consulta ciudadana, con el fin de conocer y recabar información sobre la situación diagnóstica ambiental de la ciudadanía. Sin embargo, la creación de ciudadanos ambientales es el ejercicio, en este

concepto, que genera mayores aportes a la identificación de objetivos de gestión de los recursos naturales.

2º. La gestión debe hacerse descentralizadamente, vale decir, al nivel más bajo posible. Esto debido a que la gestión descentralizada conduce a una mayor eficiencia y equidad. Los intereses locales deben balancearse con los intereses públicos a través del involucramiento de los diferentes actores locales. Esto es, más cercanía hay entre el equipo de gestión y el ecosistema, habrá una mayor responsabilidad en el accionar, mayor sentido de pertenencia con el lugar y las acciones a ejecutar, mayor participación, mayor rescate del conocimiento local y una adecuada rendición de cuentas.

Por tal motivo, el involucramiento de todos los sectores de la sociedad local (e.g. Instituciones Públicas y Privadas, ONG`S, Instituciones Científicas, Comunidades Locales, Actores Sociales, etc.) debe ser uno de los principales objetivos de este Plan. Siguiendo a Arocena (1986), entendemos como actor local a *“todos aquellos agentes que en el campo político, económico, social y cultural son portadores de propuestas que tienden a capitalizar mejor las potencialidades locales”*.

3º. Los administradores de los ecosistemas deben tener en cuenta los efectos de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas. Algunas de las intervenciones en los ecosistemas tienen efectos imprescindibles o desconocidos en otros ecosistemas, por ello se debe hacer un análisis profundo de estas implicaciones. Esto significa que exista la creación de alianzas que permita una adecuada gestión de los ecosistemas, superando las barreras entre instituciones tanto del ámbito público como privado. Los ecosistemas no comprenden las barreras sociales, por lo que su gestión no debe estar limitada por ellas. Por eso se hace imprescindible la existencia de un ente colegiado que permita la adecuada participación de los distintos actores de la sociedad en la

administración del área y así, exista un mayor compromiso de las partes al momento de la gestión.

4°. Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico. En el mundo actual, la valoración de las cosas está fuertemente influida por los principios económicos, y el manejo de los ecosistemas no escapa a esta situación. En este sentido, los objetivos de conservación tienen una dimensión económica, que sea aceptada por todas las partes involucradas, pero al mismo tiempo, no pueden excluir las dimensiones espirituales, históricas, religiosas, culturales y de otras índoles no económicos.

5°. La conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas debe ser un objetivo prioritario. Hay que señalar que si los ecosistemas pierden su capacidad de producir servicios para la sociedad y para la armonía del ambiente, todo lo que se haga en beneficio de la ciudadanía no tendrá sentido. Por esto, el Plan tiene como principal directriz proponer el desarrollo de estrategias de rehabilitación del humedal basándose en la recuperación de las funciones del ecosistema más que en su estructura.

6°. Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento. Los objetivos de manejo y gestión deben estar subscritos a los límites de la productividad natural, a la estructura del ecosistema y al funcionamiento y diversidad propio. La gestión debe ser especialmente cuidadosa en este ámbito y tratar de definir con la mayor precisión posible los límites del ecosistema, haciendo luego coincidir los límites de su unidad geográfica de gestión con los del ecosistema. Por este motivo, si bien el Plan contempla diversas acciones dentro del humedal, ello se entiende en el marco de la cuenca hidrográfica que lo compone, ya que la ubicación del humedal lo transforma en un sumidero de las actividades que ocurren en todo el territorio.

7°. Deben aplicarse las escalas espaciales y temporales apropiadas. Todo tipo de gestión debe tener objetivos precisos y en el caso de aquella que trabaja con ecosistemas, se debe considerar el espacio y tiempo adecuado, que demanda el cumplimiento de un objetivo determinado. Para el caso del humedal del río Cruces, consideramos que para la recuperación de las funciones del ecosistema se debe considerar el logro de los objetivos a largo plazo, lo que permitirá definir las estrategias necesarias para un adecuado restablecimiento de las condiciones ambientales alteradas, considerando que puede demandar un conjunto de gestiones claves a considerable distancia del espejo de agua y sus alrededores.

8°. Se debe establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas, para el desarrollo y establecimiento de mecanismos necesarios para la adecuada gestión del área. En este sentido la implementación de sistemas como el monitoreo y la investigación permiten la proyección en el tiempo con metas a corto y soluciones a largo plazo.

9°. Es necesario comprender que los cambios en un ecosistema son inevitables. No se puede proteger los ecosistemas, la composición de especies y abundancia de poblaciones como fotos o piezas de museo. La dinámica interna de los ecosistemas está influenciada por un conjunto de fluctuaciones de distinto origen (e.g. antrópicos o biológicos), por lo que se debe usar el enfoque de manejo adaptativo para anticipar esos eventos y tomar decisiones de forma cautelosa. Por esto, el Plan considera la realización de un modelo conceptual del ecosistema que permite comprender y fortalecer los lineamientos necesarios para su logro.

10°. Se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración. La biodiversidad tiene tanta importancia por su valor intrínseco, como por el papel que desempeña en los servicios de los ecosistemas. Por esto, el Plan se enfoca en el cambio de la

percepción hacia modelos conceptuales flexibles, que permitan un desarrollo continuo de la investigación científica, tratando que los conceptos de conservación y uso estén en permanente equilibrio. Por eso los planes de ordenamiento territorial y los mecanismos que se proponen para esto tienen una importancia connotada en el logro de los objetivos del Plan.

11°. Se debe tener en cuenta todas las formas de informaciones pertinentes, incluidas las innovaciones, los conocimientos y las prácticas de las comunidades indígenas, científicas y locales. La información y el conocimiento son críticos para estrategias efectivas de manejo. La información disponible en un área es compartida con los actores de la misma, pero también los actores deben tener espacio para compartir sus conocimientos. Es por este motivo que en el Plan se considera la recopilación de la información, el diseño de modelos conceptuales, mecanismos de traspaso de la información pertinente y el aporte crítico de la percepción de la sociedad local.

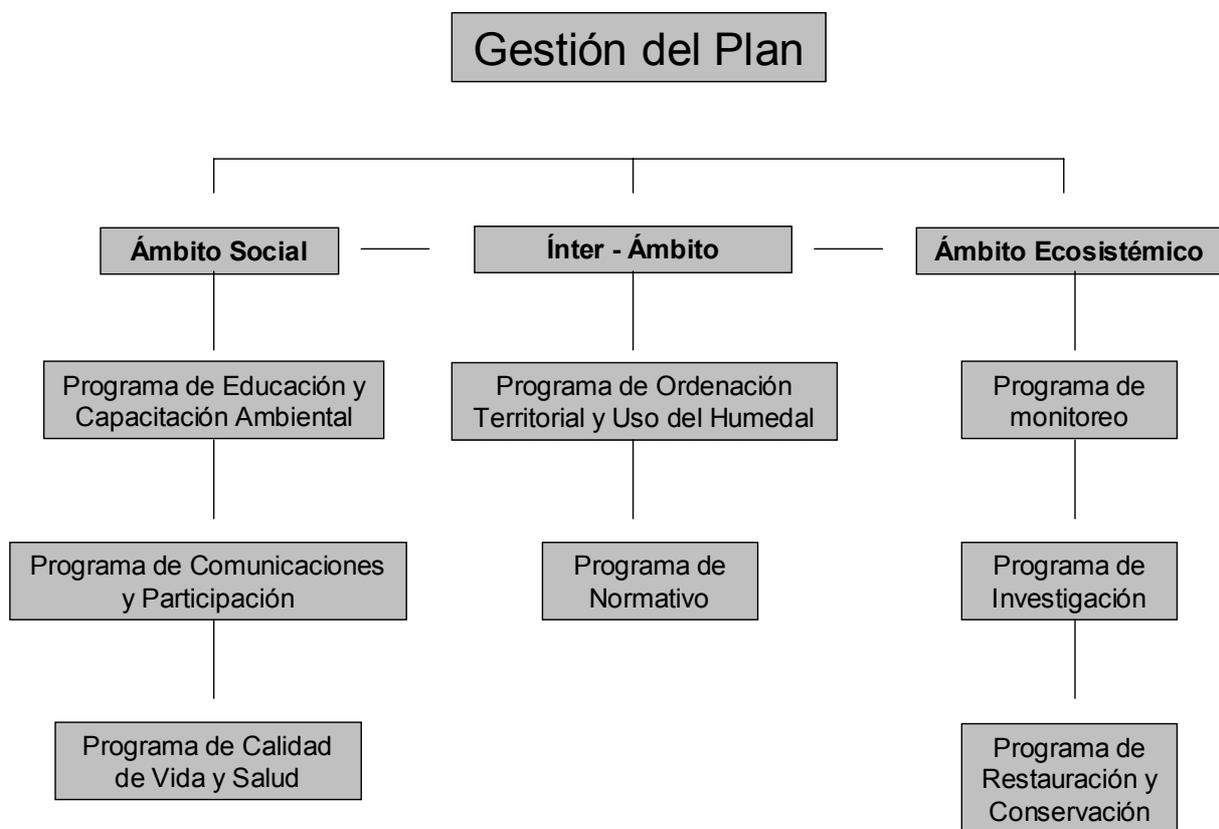
12°. Se deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas pertinentes. Existen muchas interacciones, efectos secundarios e implicaciones en el manejo de los ecosistemas, por lo que se debe involucrar a los diferentes actores sociales y económicos, profesionales y científicos a nivel local, nacional, regional e internacional, lo cual ha sido una de las finalidades al momento de formular este Plan. Es por eso que la mayoría de las propuestas, tanto ecológicas como sociales, son el reflejo de las distintas necesidades de la sociedad.

2. Estructura del Plan

El Plan contempla tres ámbitos temáticos, los que están ubicados estructuralmente a igual nivel. Sobre ellos se ubica un Programa de Gestión del Plan, que contempla sentar las bases para la administración de la inversión y del manejo organizacional del Plan.

Los ámbitos que están contenidos en el Plan, se estructuran en programas que sucesivamente se desprenden de cada ámbito. Dichos programas se organizan en líneas de acción, las que encauzan los proyectos y acciones que materializan el accionar del Plan (Figura 1).

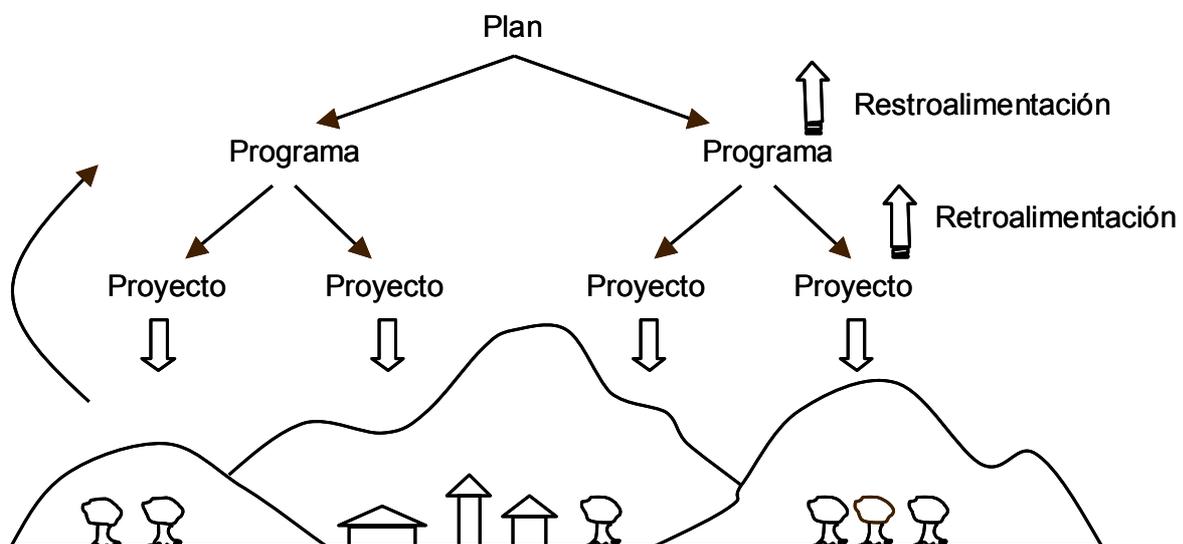
Figura 1. Esquema de organización estructural del Proyecto de formulación del Plan Integral de Gestión Ambiental del humedal del río Cruces.



El proceso de planificación mantuvo la estructura funcional de Plan, Programa y Proyecto, abriendo el espectro de programas en Líneas de Acción. Para ello se usó una estructura de recurción de planificación donde los distintos niveles del Plan están relacionados con elementos del nivel siguiente y a su vez los elementos más básicos del Plan conforman el sustento de las estructuras superiores.

Al identificar las acciones que se desarrollan en el territorio como necesidades, los objetivos de cada programa tienden a suplir dichos estados carenciales. Para ello, se realizó una planificación vertical (Ternera-Pérez, 1990), con lo que se obtiene genéricamente: un plan, con programas que se extienden en líneas de acción que se ejecutan a través de una serie de proyectos (Martinic y Walker s./f.) (Figura 2).

Figura 2. Identificación de proceso de construcción vertical del Plan y sus componentes (modificado de Martinic y Walker, s/f).



2.1. Ámbitos de acción del Plan

Considerando lo anteriormente expuesto, la organización del Plan contempla tres ámbitos de acción, los que buscan dar un orden ejecutivo y lógico a las distintas áreas que involucran. Estas áreas incluyen un **Ámbito Ecosistémico**, el que aborda la temática de investigación científica, necesaria para dirimir y focalizar los esfuerzos de una adecuada rehabilitación ecológica del humedal y sus funciones; el otro corresponde al **Ámbito Social** el que busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca del río Cruces, implementando programas de educación, capacitación ambiental, en un contexto participativo y sustentable. El último de los ámbitos corresponde al **Ínter-Ámbito**, el cual pretende la plataforma tecnológica para la integración de la información,

el proceso de planificación del territorio y la normalización de carácter ambiental que se debiese aplicar en este humedal, tomando como pilar fundamental tanto los avances del conocimiento científico del lugar y la participación activa de la comunidad (Ámbito Ecosistémico y Ámbito Social).

Cada ámbito consta de diversos programas (Figura 1) los cuales a la vez se subdividen en distintas líneas de acción.

2.2. Ámbito Ecosistémico

El objetivo del Ámbito Ecosistémico es conocer y restablecer las funciones ecológicas del humedal del río Cruces, mediante la realización de distintos programas de carácter científico que permitan analizar las características del ecosistema y evaluar la evolución de las acciones que se ejecuten durante el Plan.

En el Ámbito Ecosistémico se pueden distinguir los programas de investigación científica, monitoreo, restauración y conservación.

2.2.1. Programa de investigación Científica

El Programa de Investigación Científica, tiene como objetivo desarrollar estudios científicos en el humedal de río Cruces, que permitan suplir la falta de conocimiento existente y focalizar las medidas pertinentes para el adecuado manejo del ecosistema.

De acuerdo con el conocimiento que se tiene del ambiente, se pueden identificar no sólo los lugares donde se deben realizar las actividades necesarias para la restauración, sino que permite identificar cuáles y en qué grado deben ser las modificaciones que se realizarán para permitir rehabilitar las funciones originales del ambiente.

La constante evaluación del conocimiento del sitio, es un proceso utilizado para determinar la conveniencia y viabilidad de la rehabilitación, lo que permite la amplificación de las oportunidades y la reducción al mínimo de los requerimientos para alcanzar el objetivo del programa.

2.2.2. Programa de monitoreo

El programa de Monitoreo, tiene por objetivo evaluar periódicamente la evolución y respuesta del ecosistema, mediante la generación de una colección sistemática de datos de los distintos parámetros físicos, químicos y biológicos, durante el ejercicio del Plan. Por otro lado, ésta es una herramienta para detectar a tiempo nuevos eventos ambientales de distinto origen, permite diseñar y ejecutar adecuados planes de contingencias, ayuda a una adecuada fiscalización del lugar y contrarresta los vacíos existentes en la evaluación ambiental de las acciones productivas de la cuenca.

2.2.3. Programa de restauración y conservación

Finalmente, el Programa de Restauración y Conservación, tiene por objetivo identificar y ejecutar las distintas acciones que permitan el adecuado restablecimiento de las funciones y características del humedal. Para esto, se considera que el desarrollo o implementación del Plan no puede ser concebido como un sistema lineal, sino, más bien como un sistema abierto y dinámico que permita la retroalimentación de la información y la reformulación de objetivos.

2.3. Ámbito Social

El Ámbito Social abarca los temas y problemas de varias disciplinas relacionadas entre sí, por su grado de acercamiento a la comunidad. Es así como en este ámbito se han incorporado tres programas, uno de educación y capacitación ambiental, otro de comunicaciones y participación ciudadana y un tercero de calidad de vida y salud. Las disciplinas asociadas a estos programas son diversas, pero sin duda están

relacionadas, pues tratan y trabajan con la sociedad, conformada por individuos, grupos y comunidades de diversos estratos sociales y niveles educativos.

El objetivo general del Ámbito Social es mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca del río Cruces, realizando programas de educación y capacitación ambiental, generando e incentivando la participación ciudadana, la comunicación y estimulando la producción sustentable y el cuidado y mejoramiento de la salud de la población.

2.3.1. Programa de Educación y Capacitación Ambiental

a) Educación Ambiental

La Educación Ambiental es abordada en base a los principios de la política regional de educación ambiental de la Región de Los Lagos y utiliza como definición la siguiente: *“un proceso dirigido a desarrollar una población que esté consciente y preocupada del medio ambiente y de sus problemas y que tenga los conocimientos, actitudes, habilidades, motivación y conductas para trabajar, ya sea individual o colectivamente, en la solución de los problemas presentes y en la prevención de los futuros”* . (Vliegthart, 1998).

El desarrollo de cualquier programa de Educación Ambiental debe contemplar los enfoques antes mencionados y además incorporar el concepto de *“Ciudadanía Ambiental”*.

La Educación Ambiental aplicada en este Plan, se enfoca hacia fortalecer el compromiso que debe tener un ciudadano que ha internalizado los temas ambientales y que, responsabilizándose de su situación ambiental, establece formas de trabajo y acción que permiten dar soluciones locales y regionales a problemas que afectan a la comunidad. Esto permite a los ciudadanos ser críticos en el accionar de los actores involucrados en la ejecución de las soluciones y aportar en forma constructiva al mejoramiento del bien común.

En esta área las propuestas presentadas buscan incorporar conceptos de educación ambiental y ciudadanía ambiental, en los organismos públicos, empresas, escuelas y comunidad en general; en las escuelas además se espera realizar acciones concretas para desarrollar en los profesores y alumnos el conocimiento de su entorno y de las poblaciones de flora y fauna asociadas al humedal.

b) Capacitación Ambiental.

La capacitación ambiental busca entregar herramientas prácticas a personas que se relacionan directamente con los recursos naturales y su explotación productiva, en la cuenca del río Cruces, de tal manera que puedan mejorar sus condiciones de vida y mantener sustentablemente sus sistemas productivos.

En tal sentido, el trabajo del Plan pretende mejorar situaciones donde ocurra un uso inadecuado de los recursos naturales y se genere algún impacto a la cuenca del río Cruces, incorporando al trabajo cotidiano la innovación productiva, así como las buenas prácticas agrícolas y el fomento para los Acuerdos de Producción Limpia (APL) en la cuenca.

En esta área se presentan siete propuestas, las que centran los trabajos de capacitación en la formación de monitores locales en temas ambientales, el desarrollo de la actividad turística e interpretación del patrimonio para un manejo ecoturístico, capacitación en opciones productivas alternativas, buenas prácticas de producción más limpia y el manejo adecuado del agua como recurso básico y escaso, junto con el manejo de microcuencas.

c) Acuerdos de producción limpias

Un Acuerdo de Producción Limpia es un convenio celebrado entre un sector empresarial, una o varias empresas y el sector público, con el objetivo de aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas. Los APL abarcan

aspectos ambientales, productivos, así como condiciones sanitarias y de seguridad en los lugares de trabajo.

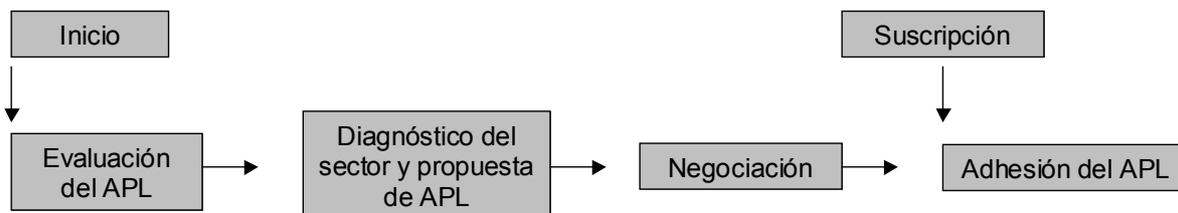
Por regla general, los APL surgen de una iniciativa específica, planteada ya sea por el sector público o empresarial, dando inicio al proceso de negociación, en este caso se presenta como una iniciativa del presente Plan. En esta fase participan los órganos del Estado con competencias en materias de relevancia para el acuerdo propuesto y la asociación empresarial correspondiente, bajo la coordinación del Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL).

Una vez convenido el texto del acuerdo, que expresa las motivaciones e intereses de las partes, es firmado y las empresas adhieren en el plazo que se hubiera establecido.

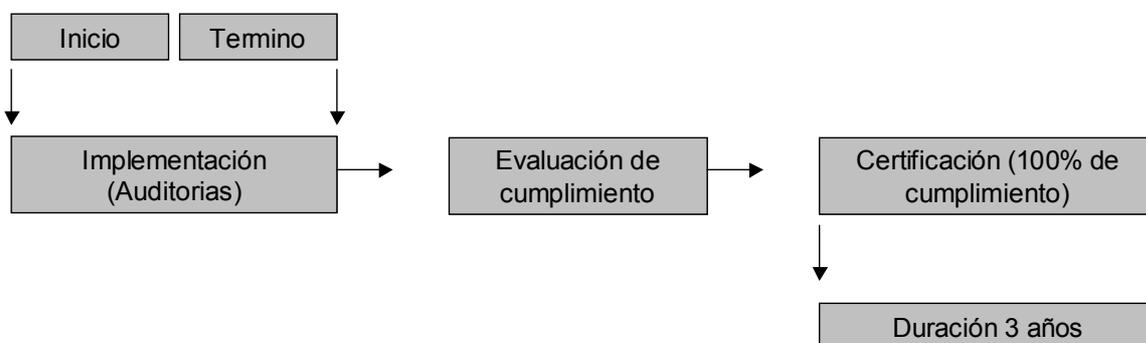
Tras la suscripción del acuerdo, se inicia la etapa de implementación de las medidas y acciones comprometidas, según el calendario establecido en el propio acuerdo, para luego dar paso a su seguimiento y posterior evaluación (Figura 3).

Figura 3. Etapas y pasos para la realización de un Acuerdo de Producción Limpia para la cuenca del río Cruces.

I Etapa



II Etapa



La suscripción de un APL por parte de un sector productivo, incentiva a las empresas, no sólo al cumplimiento de las normas ambientales sino que a realizar mejoras que incluso van más allá de lo obligatorio. El sector respectivo busca en forma conjunta las soluciones más eficientes con el consiguiente ahorro en comparación a la búsqueda de soluciones individuales.

Un factor que permite potenciar esta herramienta es el uso de cuatro Normas Chilenas Oficiales que establecen las directrices para el desarrollo, implementación y certificación del cumplimiento de APL.

- NCh 2797.Of 2003 "*Acuerdos de Producción Limpia (APL)- Especificaciones*".
- NCh 2807.Of 2003 "*Acuerdos de Producción Limpia (APL)- Diagnóstico, Seguimiento y Control, Evaluación final y Certificación de cumplimiento*".

- NCh 2825, sobre "*Requisitos para los auditores de evaluación final*".
- NCh 2796, sobre "*Vocabulario*" aplicado a este Sistema de Certificación.

Transcurrido el plazo establecido en el acuerdo para dar cumplimiento a las metas y acciones, se realiza la evaluación final de los resultados obtenidos, a través de una auditoría externa. Esta se realiza según los criterios y requisitos de la NCh 2807-2003 y debe ser realizada por un auditor registrado cumpliendo los requisitos establecidos en la NCh 2825-2003.

Las empresas deberán remitir los resultados de las auditorías finales a la Asociación respectiva, la que elaborará un "*Informe consolidado final*". Finalizada la auditoría, se emite un informe que señala el porcentaje de cumplimiento final alcanzado por la instalación.

En caso de obtener un 100% de cumplimiento la empresa podrá acceder al otorgamiento de un certificado de cumplimiento del APL. Podrán asimismo acceder a dicho certificado aquellas instalaciones que hubieren obtenido más de un 75% en la evaluación final y que corrijan no cumplimientos detectados en el plazo propuesto por el auditor que hubiere realizado la evaluación y que cuente con la validación del CPL.

Previo a la entrega del Certificado respectivo el CPL solicitará un informe a los servicios fiscalizadores correspondientes respecto del cumplimiento satisfactorio de aquellas metas y acciones de su competencia. El certificado es otorgado conjuntamente por la Asociación respectiva y el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL). El certificado dará cuenta en forma individual que la instalación cumplió con el 100% de las metas y acciones comprometidas.

Es necesario el establecimiento de dicho mecanismo de certificación de calidad en la cuenca de río cruces. A la fecha dichos procesos de certificación se han desarrollado en algunos rubros productivos regionales (salmonicultura, lechería), sin embargo, por las características ya descritas sobre el humedal del río Cruces, el desarrollo de técnicas

productivas que formen parte de un acuerdo de producción limpia requiere de una expresión territorial.

2.3.2. Programa de Participación Ciudadana y Comunicaciones

El objetivo general del Programa de Participación Ciudadana y Comunicaciones, durante la ejecución del Plan, es promover la activa incorporación de los habitantes de la cuenca del río Cruces, por medio del establecimiento de instancias de participación y la creación de medios de difusión locales.

a) Participación Ciudadana

Para motivar la participación y colaboración requerida en el proceso de implementación del Plan y garantizar la conservación del humedal del río Cruces en beneficio de las generaciones presentes y futuras, es necesario contar con un Programa de Comunicaciones destinado a informar a los distintos públicos objetivos acerca de los avances, dificultades y resultados del Plan y contribuyendo al aprendizaje de las personas.

En esta área se propone crear un Comité Ciudadano, formado especialmente por los miembros de las localidades rurales cercanas al humedal, con el apoyo de los servicios públicos, que sea amplio y permanente a nivel de la cuenca, cuya misión sea establecer canales de comunicación y análisis de los monitoreos permanentes en el humedal.

Asimismo, se plantea la generación de un Fondo Concursable (Fondo de Iniciativas Ambientales Locales), el cual estará dirigido hacia las organizaciones locales y ONG's en el área de la cuenca, mediante el cual se financiarán proyectos en áreas de participación ciudadana, educación ambiental, comunicación, capacitación ambiental y producción sustentable.

b) Comunicaciones

Es necesario contar con un Programa de Comunicaciones destinado a informar a los distintos públicos acerca de los objetivos, acciones y resultados del Plan. Para su desarrollo debe contemplar las dimensiones de comunicación estratégica, difusión y publicidad.

2.3.3. Programa de Calidad de Vida y Salud

El objetivo general del programa de Calidad de Vida y Salud es promover el desarrollo económico sustentable y el cuidado de la salud de los habitantes de la cuenca del río Cruces, realizando proyectos productivos e incorporando diagnósticos de la salud de las personas que viven en las zonas aledañas al humedal.

La Calidad de Vida, se entiende como la percepción de un individuo de su posición en la vida, en el contexto cultural y el sistema de valores en que vive, en relación con sus metas, objetivos, expectativas, valores y preocupaciones (OMS, 1994). Esta percepción en las comunidades presentes en la cuenca del río Cruces no ha sido detallada y se hace necesario determinar mediante un diagnóstico acabado los índices de desarrollo que cada localidad presenta, con la finalidad de optimizar los esfuerzos públicos y privados en el mejoramiento de la calidad de vida de estas poblaciones.

a) Calidad de Vida

Se entiende como la percepción de un individuo de su posición en la vida, en el contexto cultural y el sistema de valores en que vive, en relación con sus metas, objetivos, expectativas, valores y preocupaciones. Esta percepción en las comunidades presentes en la cuenca del río Cruces no ha sido estudiada y se hace necesario determinar mediante un diagnóstico acabado los índices de desarrollo que cada localidad presenta. Ello, con la finalidad de optimizar los esfuerzos públicos y privados

en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que pertenecen a estas comunidades.

En el área de calidad de vida se estima necesario mejorar la producción de las localidades de la cuenca, por lo cual se propone generar iniciativas productivas innovadoras a pequeña escala, las que deberán ser analizadas, en cuanto a su factibilidad biológica, cuando se pretenda ejecutarlas.

Asimismo, se plantea generar un Plan Productivo Familiar que contemple la incorporación de Buenas Prácticas Agrícolas y el análisis de los productos e insumos para mejorar la trazabilidad de los productos agrícolas durante la ejecución del Plan.

b) Salud

El estado de la salud de la población es un componente fundamental de la calidad de vida de las mismas, por lo tanto se trabajará durante la ejecución del Plan con el concepto de calidad de vida, el cual incorpora dentro de sus componentes la salud de las personas.

Durante la ejecución del Plan se propone diagnosticar la calidad de vida y la salud de las personas que viven en las zonas aledañas al humedal.

2.4. Inter-Ámbito

El Inter Ámbito, tiene como objetivo identificar, generar y fomentar las acciones tendientes a mejorar y promover el desarrollo sustentable del ambiente del humedal y su cuenca, mediante la creación de herramientas que permitan la integración de información del Plan y sus ámbitos de acción y adecuada normalización ambiental.

2.4.1. El programa de ordenación territorial

El programa de Ordenación Territorial tiene como objetivo generar las herramientas tecnológicas y de ordenación del humedal y su cuenca, que permitan conocer, analizar y evaluar, de manera esquemática y eficiente, los cambios ambientales y productivos de la cuenca.

Para ello, el programa usará una herramienta tecnológica que integra información y que permitirá tomar decisiones sobre la administración de los recursos. Por otro lado, será usado como elemento de generación de insumos para el conocimiento ciudadano sobre el uso de los recursos de su entorno.

La ordenación territorial es la expresión de los diversos usos a que puede destinarse el suelo o espacio físico territorial. En este sentido, se entiende que la ordenación del territorio, como expresión física del estilo de desarrollo (objetivos genéricos), es la manifestación espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ambientales de toda la sociedad, cuyo objetivo fundamental es el desarrollo socioeconómico, la mejora de la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y, por último, la utilización racional del territorio.

A la vez, se comprende el proceso de ordenación del territorio como una disciplina científica, que aporta a la administración y la aplicación de la política. Esta se concibe como una actuación interdisciplinaria y global, cuya motivación es el desarrollo según un concepto rector. Es en este punto donde el proceso de ordenación del territorio recoge el tipo de ecosistema que queremos y entendemos, cuya expresión integradora se compone en el Modelo Conceptual del Ecosistema del humedal.

2.4.2. Programa normativo

En cuanto al Programa Normativo, su objetivo propone el desarrollo e implementación de distintas normalizaciones y sistemas de uso sustentable del humedal y su cuenca, a través de la coordinación institucional y la participación ciudadana.

Para lograr que las medidas de rehabilitación de la calidad de las aguas del humedal del río Cruces se cumplan y perduren en el tiempo, es imprescindible resguardar la integridad ambiental de los distintos cuerpos de aguas que aportan sus caudales a este humedal. Por este motivo, se abordan las temáticas normativas tendientes a proteger la calidad de estos cuerpos de agua y así lograr que el control de contaminantes, al interior del humedal, permita que el sistema ecológico mantenga su estabilidad y condición natural.

Un mecanismo vigente para lograr los objetivos del Plan en este Programa, es la elaboración de "*Normas Secundarias de Calidad Ambiental*" (MINSEGPRES, 1995). Estas normas tienen el objeto de proteger, mantener o recuperar la calidad de las aguas continentales superficiales, de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las comunidades acuáticas y de los ecosistemas lacustres, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales.

Con la implementación de estas normas, dentro de los otros cuerpos de aguas afluentes del Humedal, se logra el control de la calidad del agua que ingresa a éste, lo que permite fiscalizar alteraciones ambientales producidas por las actividades productivas de la cuenca, como también detectar estos cambios y poner en acción diversos planes de contingencias para evitar un deterioro ambiental mayor.

Para el cumplimiento de los propósitos de estas normas, es menester crear reglas tendientes a regular el uso mediante la creación e implementación de "*Normas Básicas para el Uso del Humedal del río Cruces*" y así proteger la vida de este ecosistema,

buscando siempre la armonía entre la conservación y la contemplación y desarrollo de este ambiente particular para la comunidad nacional.

Otro mecanismo vigente para el proceso de normalización del humedal está dado por las competencias que CONAF ha definido como prioritarias en la planificación de todas las Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). A pesar que el humedal del río Cruces no pertenece oficialmente a este sistema de administración, la Corporación, en el año de 1999, elaboró el Plan de Manejo de la Unidad. Dicho documento establece los criterios de zonificación y planificación temporal que requiere la unidad y normaliza la conservación del sistema. Es fundamental que dicho instrumento se actualice y renueve en el marco del presente Plan.

El humedal actualmente está incluido en la Lista de Humedales Prioritarios de la Convención Ramsar y es Santuario de la Naturaleza declarado por el Ministerio de Educación. En este contexto, debido a la situación ocurrida y a la escasa recuperación observada, en la actualidad se propone su incorporación al listado de Montreaux, de la Convención Ramsar.

3. Coordinación de la información entre Ámbitos

La coordinación de la información entre los ámbitos que componen el Plan confluye en el Inter-Ámbito, donde se desarrolla la plataforma SIG, que corresponde al sistema técnico/tecnológico que contiene y armoniza la información que se genera en el Plan.

3.1. Plataforma SIG

La plataforma tecnológica que se propone utilizar en el Plan está diseñada para la integración de la información surgida en los tres ámbitos temáticos del Plan, en ella se vincularán los procesos descriptivos con expresión espacial y se realizarán los mecanismos de evaluación y seguimiento del mismo.

La información que se utilice proviene de la ejecución y conclusión de las líneas de acción de cada programa de los ámbitos Social, Ecosistémico e Inter.-Ámbito del Plan.

3.1.1. Definición y caracterización de la plataforma SIG

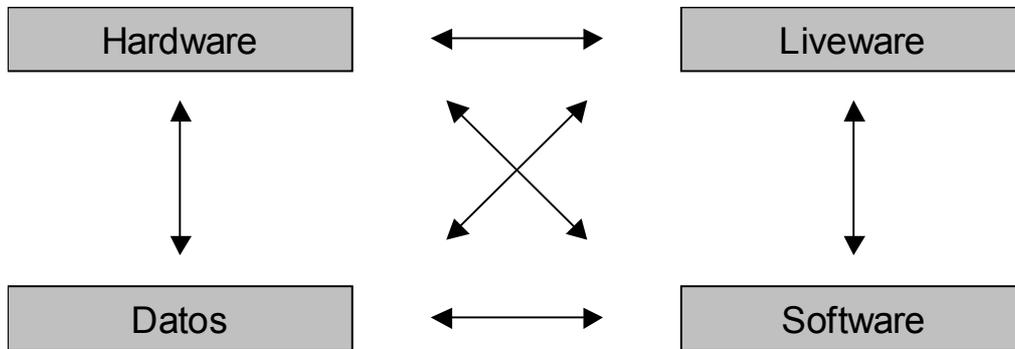
Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) han revolucionado la forma conceptual y práctica de manejo de los análisis de información geográfico que se desarrollaban previo al advenimiento de la computación (Bosque *et al.*, 1994).

Basado en la posibilidad que entrega el análisis lógico de los sistemas computacionales, los actuales SIG permiten generar una visión esquemática de un mundo real complejo. Así, y dependiendo de la capacidad de análisis de los computadores, es posible incorporar y analizar datos en una distribución temporal y espacial de variados parámetros.

La terminología de los SIG o GIS por su sigla inglesa, posee diferentes definiciones de mayor o menor complejidad. Según algunos autores un SIG es tipo especializado de base de datos que se caracteriza por su capacidad de manejar datos geográficos que se pueden representar por imágenes (Bracken y Webster, 1990). Otros definen a estas herramientas de manera más simple, como una base de datos computarizada que contiene información espacial (Cebrián y Mark, 1986). Una conceptualización más acabada es la que presenta el National Center for Geographic Information and Analysis y que los describe como a un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos especialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Esta última definición es considerada en el Plan, y su desarrollo identifica cuatro componentes básicos (Maguire, 1991). El hardware o parte física del sistema, el software o programas de aplicación a través de los cuales se analizan los datos, los datos propiamente tal y la parte viva del sistema, también denominada liveware (Figura 4).

Figura 4. Componentes básicos de un Sistema de Información Geográfico, modificado de Maguire (1991).



El hardware o primer elemento, corresponde a la parte física en la cual radicará el sistema, está constituido por una plataforma básica de computador y diferentes elementos de ingreso, salida y almacenamiento de datos (frecuentemente llamados periféricos).

El software es el segundo componente del SIG, efectúa las operaciones y manejo de datos según los requerimientos de los usuarios del sistema. Existen en el mercado diferentes productos aplicables a la construcción de SIG.

El tercer componente del SIG corresponde a los datos, es el factor más crítico de la generación del sistema y su búsqueda y sistematización puede demandar parte importante del tiempo de trabajo y comprender cerca del 70% del costo total del sistema.

Los datos se pueden dividir entre la información espacial, como el perímetro de una ciudad o centro poblado, la disposición de una carretera, un lago entre otros; y la información temática asociada a cada elemento espacial. En el primer caso, los objetos espaciales pueden representarse bajo dos formas clásicas de modelado, el vector y el raster. Los elementos vectoriales son presentados en función de sus características de dimensión, así la representación de puntos corresponde a entidades sin dimensión; una

dimensión permite calificar estructuras lineales y por último, dos dimensiones a elementos poligonales.

El último componente del SIG corresponde a la parte viva del sistema o liveware, en otras palabras, las personas vinculadas al diseño, implementación y uso del SIG. En determinadas circunstancias, también se agregan a estas funciones las personas que reciben los efectos del SIG, aún cuando no estén vinculadas directamente al sistema.

La identificación de los componentes a vincular, está dada por las características de cada uno de ellos, estos se asocian según una matriz o árbol genérico de factores y se interrelacionan mediante un proyecto común.

A partir de la plataforma SIG, se desarrolla el sistema cartográfico de ordenamiento territorial, el que permitirá mantener actualizada la información cartográfica como alfanumérica de las variables que se utilicen para la comprensión del ecosistema y sus ámbitos de influencia en el tiempo.

El Sistema, además de responder situaciones básicas como es la generación de cartografía, estadísticas estáticas y de cambio, exporta información en forma automática a otras instancias o plataformas de trabajo con el objetivo de satisfacer consultas al interior de la organización del Plan o de autoridades gubernamentales u otros.

Para la construcción de la plataforma SIG que permita integrar la información con expresión espacial del Plan, se desarrollaran cuatro etapas sucesivas y que aportaran distintos estados de la información existente sobre la zona.

- a) Entrada de información: Comprende la incorporación de datos al sistema para su posterior procesamiento, opera bajo la confluencia de dos grandes grupos de información, los de representación espacial y los atributos temáticos asociados.

b) Gestión de datos: Involucra a todas las operaciones de almacenamiento y recuperación de los datos de la base de datos, en otras palabras, comprende a toda la organización de la información.

c) Transformación y análisis de datos: Comprende a todas las funciones de análisis y transformación de la información, de ella se puede generar nueva información. Esta incluye el desarrollo de interacciones funcionales con la plataforma y que permita la integración y utilización del mismo como una herramienta de consulta dinámica. Esta etapa permite la retroalimentación del sistema y el crecimiento de sus bases de datos.

d) Salida de datos: Corresponde a los productos de síntesis del proceso, las salidas más frecuentes corresponden a mapas analógicos, tablas, gráficos y representaciones tridimensionales, entre otros.

3.1.2. Confección de inventarios de la Plataforma SIG.

Para el diseño del inventario se sigue a Gómez-Orea (1999) mediante una interpretación de los requerimientos del Árbol Genérico de Factores Ambientales, para el que se seleccionaron los factores ambientales necesarios para el GIS.

Los factores ambientales seleccionados corresponden a aquellos que son incluidos en los Planes de Manejo de las ASP en Chile y que reflejan la continuidad de los antecedentes de importancia para la creación de una unidad bajo planificación. En este sentido los factores son extraídos de acuerdo a las implicaciones que poseen los distintos temas ambientales, sociales y culturales con los objetivos de creación de la unidad.

La Institucionalidad del Plan, pondrá a disposición de quien lo requiera la información técnica generada en el Plan, para lo cual se utilizará un espacio web en una URL propia

a definir, u otro en dominio ya existente, desde donde se podrá consultar y utilizar información con fines de investigación o educativos.

En la web, las consultas, acceso y publicación de materias se utilizará la plataforma SIG, como elemento de trabajo integrador, a través de una interfase de consultas.

4. Mecanismos de Coordinación y Evaluación del Plan

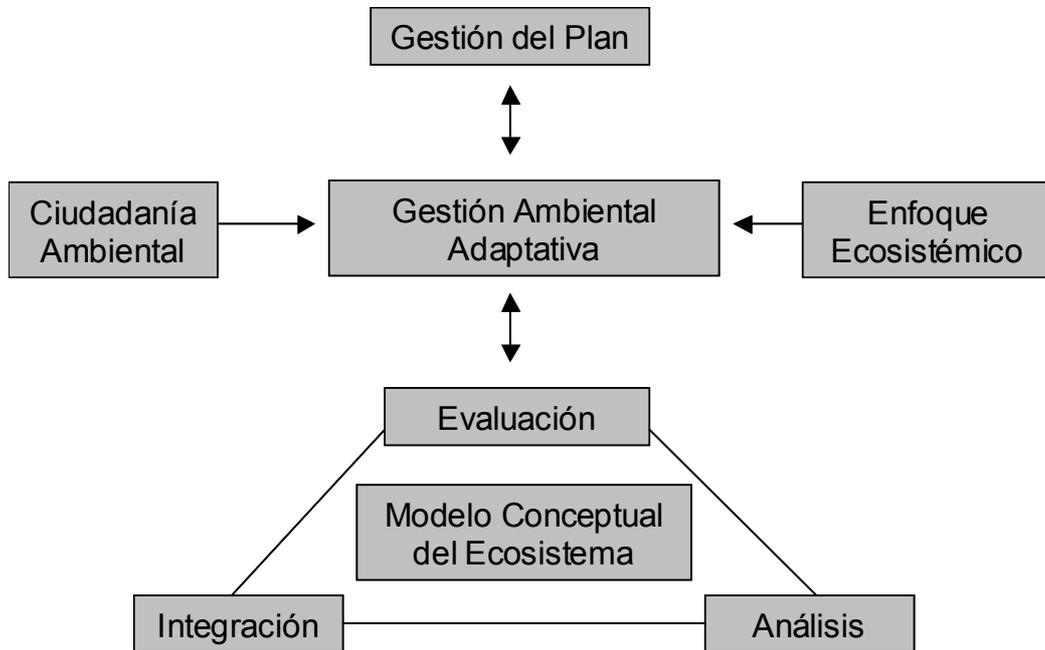
4.1. Gestión del Plan

La gestión del Plan debe ser integrada, con la finalidad que los ámbitos que lo componen se administren coherentemente. Para ello se propone la creación de una institucionalidad que organice y dirija el Plan, la cual estará compuesta por un Comité de Gestión del Plan, el cual velará por la gestión administrativa y financiera del mismo. Además, se constituirá un Comité Científico del Plan, donde se concentre el quehacer del conocimiento y las decisiones técnicas vinculadas al Modelo Conceptual del Ecosistema.

La gestión del Plan se desarrolla en un marco integrado entre los enfoques particulares (Ciudadanía Ambiental y Enfoque Ecosistémico) y el modelo de gestión que se propone, la Gestión Ambiental Adaptativa.

El Modelo Conceptual del Ecosistema es la herramienta que permite tener una visión esquemática, integradora y analítica para poder emitir una evaluación del funcionamiento del Plan y el ecosistema. Ese ejercicio es el que interactúa recursivamente con el modelo de gestión del Plan (Figura 5)

Figura 5. Esquema de relaciones entre conceptos y gestión del Plan.



4.2. Institucionalidad del Plan

El programa de coordinación del Plan tiene como propósito establecer los lineamientos, conceptos y parámetros que señalen las condiciones mediante las cuales éste se gestionará en el tiempo y la institucionalidad que debe contener.

Para ello se desarrollan los elementos que debieran estar constituidos en el proceso de formación de la institucionalidad del Plan. Uno de ellos es la creación de una Fundación que entregue las orientaciones centrales para la ejecución del Plan en cada fase de su desarrollo y supervigile la gestión del conjunto de sus ámbitos temáticos.

Dicha Fundación debe ser una instancia que recoja los conceptos de Enfoque Ecosistémico y Ciudadanía Ambiental. (ver capítulo 1.1).

4.4.1. Comité de Gestión del Plan

El Comité de Gestión del Plan es un estamento colegiado, que ejecuta las orientaciones generales emanadas de la Fundación. Dicho Comité lleva a cabo las decisiones sobre las inversiones y quehacer del financiamiento y los proyectos que se relacionan con el ejercicio del Plan en su integridad.

Este comité debe contar, entre otros actores, con la participación de un representante de los siguientes ámbitos de la sociedad que estén vinculados al quehacer del humedal:

- Organizaciones No Gubernamentales
- Gremios productivos
- Académico
- Municipios
- Organizaciones Sociales
- Gobierno Regional

Dichas personas conformarán el Comité de Gestión del Plan antes mencionado y formarán parte de la estructura de la Fundación y de los mecanismos de asesoría sobre las decisión de la misma.

La función principal de este Comité es ejecutar las orientaciones entregadas por la Fundación. Para lo anterior tendrán a la vista la información contenida en los informes de Evaluación técnica y la opinión del Comité Científico del Plan y la Evaluación Externa. Este Comité debe reunirse periódicamente y emitir un acta sobre las decisiones asumidas y un informe que contenga la perspectiva de gestión del Plan para el período concerniente.

4.4.2. Comité Científico del Plan

El Modelo Conceptual del Ecosistema (MCE) será administrado en sus modificaciones y decisiones por un Comité Científico del Plan. Este Comité, debe estar compuesto por un grupo de investigadores de carrera, preferentemente de las ciencias ambientales y sociales, de carácter imparcial, nacional o internacional, que tengan un currículum apropiado a nivel científico (e.g.: con grado de Dr. en Ciencias o afines; con participación activa en publicaciones indexadas (ISI) de alto impacto internacional; que haya participado en proyectos nacionales de investigación científica como FONDECYT o afines, o en proyectos de cooperación internacional como DID o afines; o que haya participado en proyectos de investigación relacionados directamente con humedales.

Este comité debe contar con la participación de:

- Dos representantes de las ciencias sociales.
- Un (a) representante de las ciencias ecológicas.
- Un (a) representante de las ciencias botánicas.
- Un (a) representante de las ciencias zoológicas.
- Un (a) representante de las ciencias geofísicas.

Dichas personas serán elegidas mediante una selección simple por parte del CGP y se evaluará su participación y gestión según lo establezcan los mecanismos de filiación de la Fundación.

La función estratégica de este Comité es aprobar o rechazar las actividades de carácter científico y la solicitud de implementación de líneas de acción y proyectos específicos en aquellos campos donde el conocimiento es deficiente o incompleto según el MCE. Dado esto, el Comité cumplirá las siguientes funciones:

- Evaluar los Informes de Evaluación Técnica que se generen en el Plan.
- Recomendar las modificaciones al MCE que deban realizarse según el punto anterior y que serán hechas al CGP.
- Examinar los proyectos presentados a los distintos fondos de desarrollo.
- Evaluar la aplicación de las orientaciones para la aplicación de temáticas de uso y directrices de conservación de la diversidad biológica.

Este Comité, por otro lado, podrá asesorarse, si lo considera así, por otros científicos, que le permita nutrirse de información para dirimir sobre una materia en cuestión. Además, debe reunirse una vez al año, realizar un compendio de las evaluaciones, el que debe ser publicado y presentado a la comunidad para su conocimiento.

4.3. Sistema de gestión del Plan

Una forma de tratar la complejidad e incertidumbre en el proceso de planificación y ejecución de un proceso es a través de la Gestión Ambiental Adaptativa (Holling, 1978). Aunque la sociedad ha vivido siempre en un mundo desconocido, ha sido capaz de prosperar, la forma tradicional de tratar con lo desconocido ha sido el método de ensayo y error. En este sentido, lo conocido es el punto de partida para la prueba, los errores proporcionan nuevo conocimiento que es básico para el diseño de nuevos experimentos, los fallos son aceptados como necesarios para aumentar los conocimientos sobre las condiciones desconocidas previamente y para mejorar la capacidad de tratar con ellas, con la experiencia se alcanzan nuevos conocimientos y, por consiguiente se progresa (Mitchel, 1999).

Sin embargo, se deben tener en cuenta tres condiciones mínimas al abordar el método de prueba y error. Primero, el experimento no puede destruir al investigador. Segundo, el experimento no debe producir cambios irreversibles en el medioambiente; si esto ocurriese sería difícil, quizás imposible, para el investigador alcanzar nuevos conocimientos. Tercero, el investigador debe estar dispuesto a empezar de nuevo, una

vez que ha aprendido de sus fallos. Con la experiencia recogida a la fecha en gestión ambiental, cada vez es más difícil cumplir estas tres condiciones mínimas.

Aunque los errores sean teóricamente reversibles, la idea de una posible pérdida de prestigio puede impedir a los gestores reconocer sus fallos, de tal manera que en lugar de asumirlos y aprender de ellos, reducir las pérdidas y comenzar de nuevo, optan por eliminar o “fijar” el problema; lo que ocasiona una mayor inversión de recursos, el crecimiento de los costes asociados al mantenimiento y reparación y una posible pérdida de opciones.

Pero, si el proceso de gestión ambiental no se acompaña con un esfuerzo igual para abordar la incertidumbre para obtener beneficios de lo inesperado, los mejores métodos de predicción solamente ocasionan problemas mayores y más frecuentes. Este punto es el centro de la gestión ambiental adaptativa, un proceso interactivo en el que no solamente no se va a reducir la incertidumbre, sino que se busca beneficio de ella (Holling, 1978).

La meta es desarrollar un Plan con cada vez mayor resiliencia. El enfoque adaptativo no apunta hacia un punto final fijo, la meta es conseguir la resiliencia como resultado de un análisis continuo, esto es, del cambio y de la presión, de la supervivencia de los más aptos a ambientes hostiles (Lee, 1993).

4.4.3. Evaluación externa

El Plan debe estar expuesto a la evaluación de dos entes externos a su gestión, uno de ellos es la ciudadanía en su conjunto, el otro es la institucionalidad ambiental expresada en la gestión de humedales, esto es, el Comité Nacional de Humedales.

- **Evaluación Ciudadana**

El desarrollo del Plan se evalúa ciudadanamente al menos una vez al año; sin embargo, la comunidad podrá acceder a los datos científicos que se generen y a los Informes de difusión. Una vez que dicha situación ocurra, se evaluará el progreso del Plan al menos de dos maneras:

Seminario anual sobre Gestión Ambiental Integral en Humedales: este será un encuentro abierto a la comunidad, donde se presentarán los resultados de los trabajos realizados en la cuenca del río Cruces, así como también permitirá conocer otras experiencias de trabajo en humedales, tanto a nivel nacional como internacional; será además una forma de proyectar a Valdivia, su humedal y el trabajo que en él se realiza, como un ejemplo de gestión de humedales.

La periodicidad será de un encuentro al año. El seminario tendrá como objetivo principal mostrar los avances del Plan y, por otro lado, se espera dar a conocer avances en gestión ambiental de humedales a nivel nacional e internacional.

En este contexto se realizará la evaluación de los Informes de Evaluación Técnicos, los que presentarán las modificaciones al Modelo Conceptual del Ecosistema generado por el Comité Científico del Plan y con la participación en el análisis del Comité de Gestión del Plan (Figura 7).

Informes de difusión: La institución encargada de administrar el Plan deberá generar semestralmente informes públicos en los cuales conste el desarrollo de cada una de las áreas del Plan, estos informes serán de dos tipos:

- a. Técnicos: La información que se entregue debe estar de acuerdo a las investigaciones, monitoreos y acciones realizadas en el área de trabajo del Plan, estos deberán presentar los datos tal como se han obtenido y los procedimientos y métodos utilizados para tal efecto, además de un análisis científico técnico.

b. Generales: Se presentarán los datos obtenidos de una forma que la comunidad en general pueda entender e incorporar lo sustancial de cada actividad, deberán en lo posible presentar graficas amistosas y que puedan utilizarse sin ayuda de técnicos especialistas en las materias de las cuales tratan.

- **Comité Nacional de Humedales**

El Comité Nacional de Humedales, es la instancia de coordinación de la Estrategia Nacional de Conservación y Uso Racional de los Humedales de Chile (CONAMA, 2005). Esta última corresponde a la instancia de coordinación del Estado que busca promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable.

Dicho Comité está conformado por: La Comisión Nacional del Medio Ambiente (coordinador); Corporación Nacional Forestal (Secretaría Técnica); Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Minería; Ministerio de Bienes Nacionales; Subsecretaría de Marina; Subsecretaría de Pesca; Comité Oceanográfico Nacional; Servicio Nacional de Pesca; Servicio Agrícola y Ganadero; Dirección General de Aguas; Dirección de Obras Hidráulicas; Museo Nacional de Historia Natural; CONICYT, DIRECTEMAR y la Comisión Nacional de Riego.

El Comité Nacional de Humedales, debido a la función de coordinar y supervisar las acciones de conservación de humedales, a nivel nacional como internacional, a los que se ha comprometido Chile, será consultado en las competencias relacionadas con la gestión adaptativa del Plan, toda vez que los Informes de Evaluación Técnica sean expuestos públicamente (Figura 7, evaluación externa).

4.5. Modelo de aplicación y coordinación en el Plan

4.5.1. Marco temático

Los recursos de la Tierra se utilizan como una forma de ganarse la vida, aún sin reconocer, o comprender, los sistemas naturales lo suficiente como para situarse dentro de los límites o umbrales ambientales aconsejables en la utilización de los recursos. La gestión adaptativa considera, explícitamente, que existe incertidumbre y que nuestros conocimientos sobre los sistemas naturales son escasos (Lee, 1993).

En relación a las expectativas de la gestión adaptativa, se expresan los siguientes parámetros sobre la gestión del Plan:

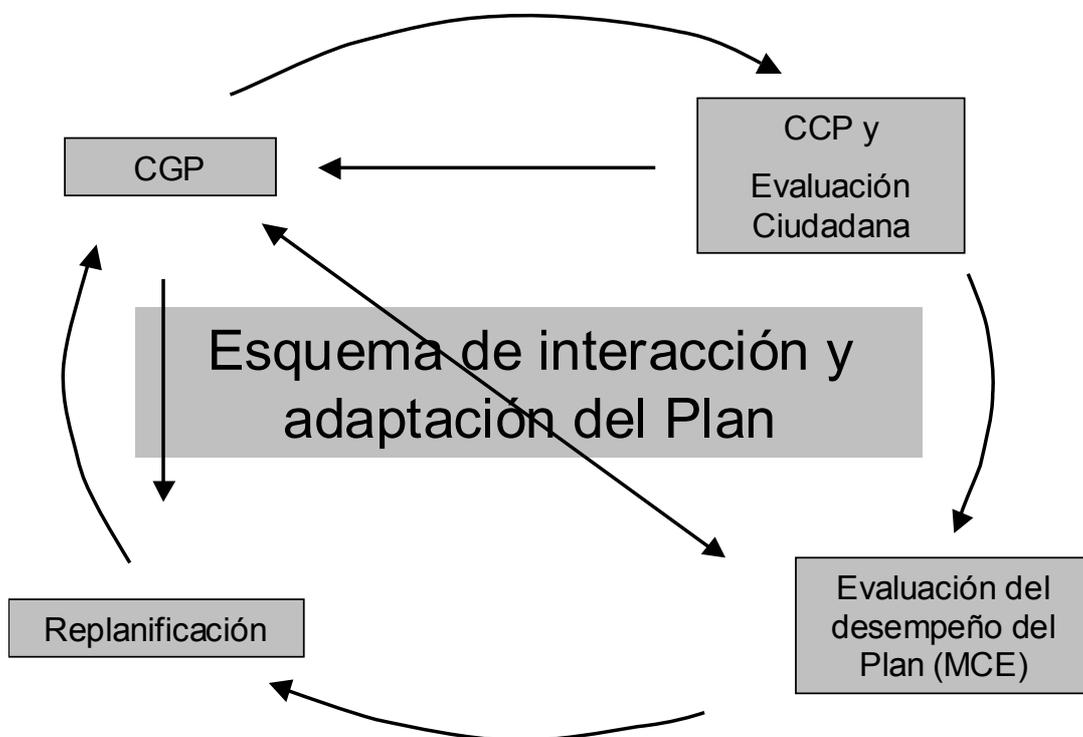
- Es explícito acerca de sus objetivos y de los resultados que espera, de forma que se pueda diseñar métodos y técnicas adecuadas para controlar y medir lo que va a pasar.
- Recoge y valora la información de forma que los resultados y los impactos puedan ser comparados con las expectativas que se tenían.
- Aprende de los nuevos conocimientos utilizándolos para corregir los errores y las acciones.

Por lo tanto, el enfoque adaptativo está diseñado para probar de una forma clara las ideas e hipótesis que se tienen acerca del comportamiento de los ecosistemas sometidos a la acción del hombre.

Cuando el resultado de la acción falla, el enfoque adaptativo exige realizar ajustes en función de los errores. Los experimentos a menudo producen sorpresas, pero si se acepta la existencia de una incertidumbre inherente a la gestión de los recursos y del medioambiente, las sorpresas se ven como oportunidades de aprendizaje, más que como inconvenientes que hay que evitar.

Para lo anterior, el Comité de Gestión del Plan (CGP), es una instancia que integra la información sobre las decisiones de inversión y que coordina acciones bajo la asesoría del Comité Científico del Plan (CCP) y la evaluación ciudadana. Este esquema de interacción y adaptación del plan incluye la evaluación del desempeño del Plan mediante el análisis del modelo Conceptual del Ecosistema y el ejercicio de Replanificación que de la integración se desprenda (Ver figura 6).

Figura 6. Esquema de integración y adaptación del Plan mediante la relación entre el Comité de Gestión del Plan, el Comité Científico del Plan y la Evaluación Ciudadana.



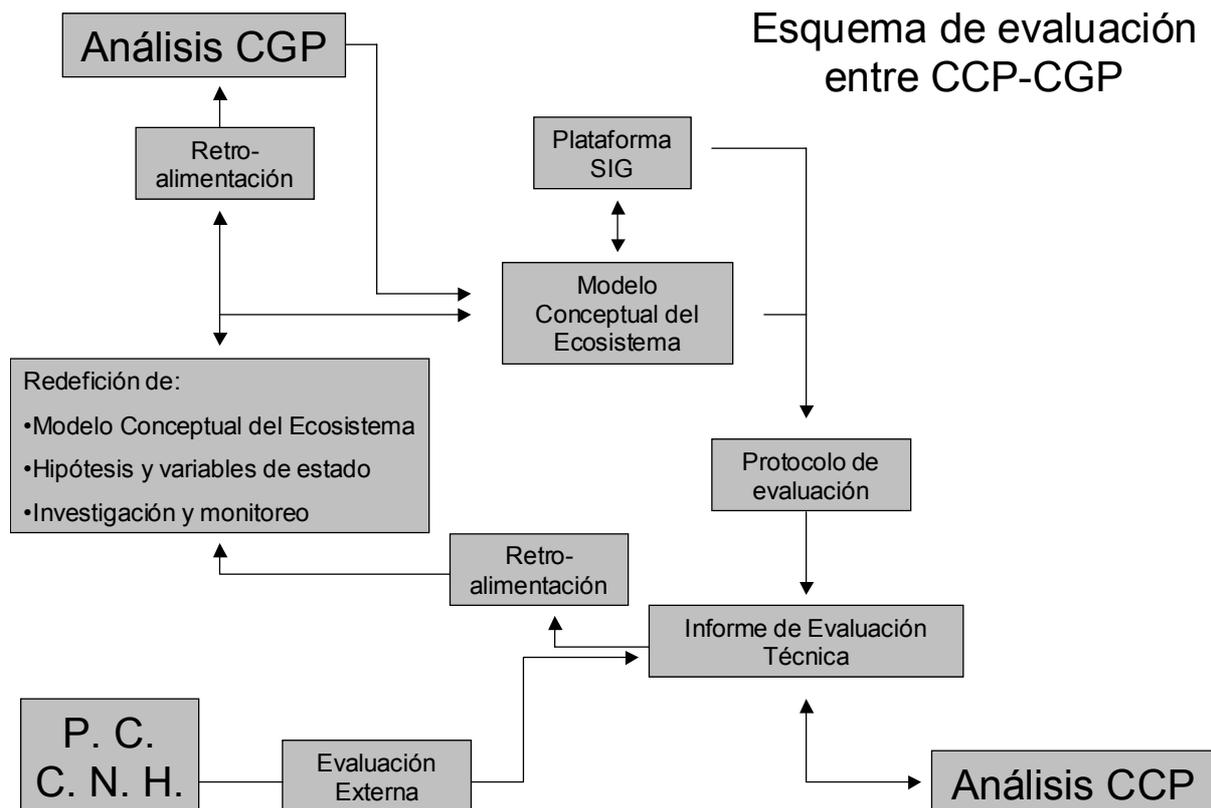
Por otro lado, se entiende que el enfoque adaptativo es el más apropiado cuando la incertidumbre es más alta. Sin embargo, pueden existir dudas sobre la capacidad para analizar los grandes ecosistemas. Al respecto los condicionantes para entender un ecosistema y abordar la gestión adaptativa son:

- Escasez de datos: El conocimiento del mundo y del ser humano es inexacto e imperfecto. A menudo se necesitan series de datos cuya compilación puede llevar varios años.
- Teoría limitada: La escasez de conocimientos hace difícil extrapolar mucho más allá de nuestra experiencia directa. Los impactos humanos en los sistemas naturales pueden no tener precedente, de forma que es difícil elegir el método que explica con mayor exactitud lo que va a pasar.
- Sorpresas esperadas: Las predicciones son frecuentemente incorrectas y las expectativas no se cumplen. La incertidumbre asegura que los errores y las sorpresas son inevitables.

Las decisiones del CGP, están sustentadas en el aporte que realizan los Informes de Evaluación Técnica y el análisis que de él se realice por el CCP y la Evaluación Externa, comprendemos que la incertidumbre en la gestión adaptativa es mejor enfrentado que en la planificación programada, desde esta perspectiva la interacción comprensiva en el esquema de evaluación del Plan permite integrar información para las decisiones con escasa información, teorías limitadas e incertidumbre (Figura 7).

La Evaluación Externa está compuesta por una instancia de participación ciudadana y otra en la que se informa e interactúa con el Comité Nacional de Humedales. Dichos elementos de la Evaluación Externa alimentan y componen el Informe de Evaluación Técnica y forman parte de la retroalimentación que nutre las decisiones del CGP (Figura 7).

Figura 7. Esquema de Evaluación entre el Comité de Gestión (CGP) y el Comité Científico del Plan (CCP), incorporando las relaciones entre el modelo conceptual del Ecosistema y la Evaluación Externa (PC: Participación Ciudadana y C.N.H.: Comité Nacional de Humedales) de los Informes de Evaluación Técnica.



La gestión adaptativa debe ser más ecosistémica que jurisdiccional o administrativa. En otras palabras, el enfoque adaptativo debe tener en cuenta los límites del ecosistema más que las fronteras políticas o administrativas.

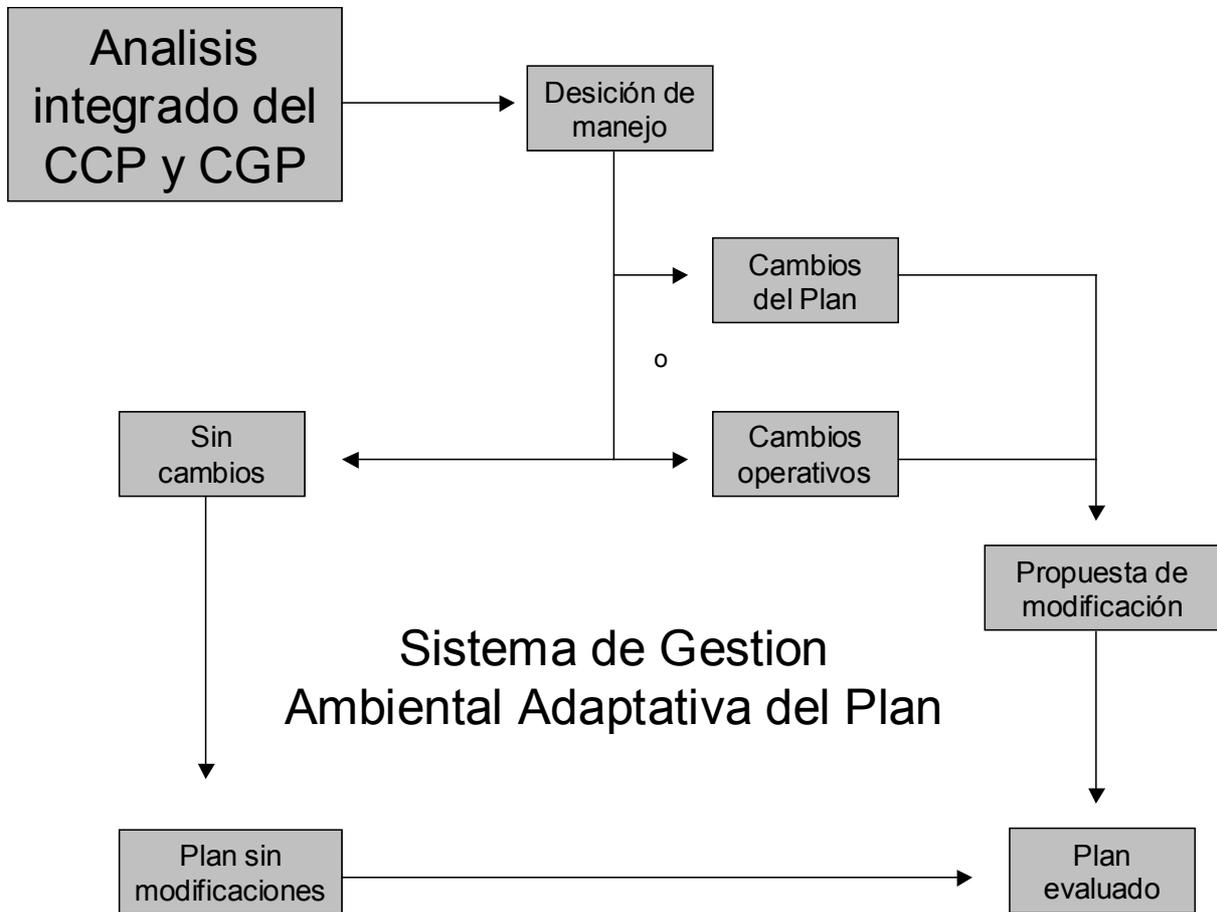
En el Plan se consideran los atributos que dan generación al humedal. El objeto de estudio del enfoque adaptativo es el ecosistema, no una actividad o un organismo individual. Los “errores” a nivel individual se aceptan o toleran como una manera de obtener mayores conocimientos sobre los ecosistemas. La escala de tiempo, en la cual se desarrolla el enfoque adaptativo, suele ser una generación biológica, más que un

ciclo económico, presupuestario o político. En este sentido el objeto de estudio es el Modelo Conceptual del Ecosistema (Figura 7).

En términos de la función administrativa del Plan, el análisis integrado del CCP y CGP entrega una medida de la decisión de manejo que se debe realizar en un período determinado, en este respecto existen dos niveles de decisión, aquellos que tienen que ver con cambios operacionales del plan, los que implican variaciones dentro de los proyectos aprobados y aquellos que tienen que ver con cambios del Plan, que corresponden a las modificaciones propias de los proyectos que componen el Plan.

En este respecto, los cambios operativos y los cambios del Plan están basados en el esquema de decisiones propuesto en la Figura 7, el que permite modificar adaptativamente la gestión del Plan (Figura 8).

Figura 8. Sistema de Gestión Ambiental Adaptativa del Plan.



4.6. Mecanismo para la toma de decisiones en el Plan

El Plan está basado en la creación y administración de un Modelo Conceptual del Ecosistema, para ello se integran los ámbitos que lo componen mediante el aporte de información en la plataforma SIG y dicho elemento entrega soluciones para la comprensión del modelo conceptual. Esta última herramienta de planificación permite al Comité Científico y a los mecanismos de inversión evaluar la trayectoria del Plan y la necesidad de eventuales énfasis en el proceso.

4.6.1. Modelo conceptual del ecosistema como herramienta de decisión

El modelo conceptual será una herramienta para la toma de decisiones al interior del Plan y del proceso de inversión del mismo, desde esta perspectiva, el Comité Científico que aporte su valoración sobre el desempeño del Plan deberá administrar las decisiones que se construyan a partir del modelo Conceptual del Ecosistema, enfocando los intereses del Plan a través de esta herramienta.

a) Modelos conceptuales y FES-sistema

Un modelo conceptual de un ecosistema es una estructura observador-dependiente, por lo general construida sobre la base de componentes y flujos, usada para representar la arquitectura y dinámica del mismo. Considerados desde la perspectiva del manejo adaptativo y más específicamente del manejo ecosistémico, los modelos conceptuales son instrumentos para integrar el conocimiento disponible (científico y ciudadano) respecto del ecosistema (Canham *et al.*, 2003; Costanza & Jørgensen, 2002). En la mayoría de las aplicaciones, los modelos conceptuales son construidos sobre la base de diagramas que ilustran las relaciones entre los componentes identificados por un grupo de observadores. Estos diagramas pueden ser construidos de formas diversas, siendo los programas de modelación iconográfica una de las plataformas más empleadas (Ford, 1999). Un modelo conceptual simple puede llegar a ser una poderosa herramienta de comunicación (US-EPA, 1998). El desarrollo de modelos conceptuales, como parte de un programa de análisis y manejo ambiental, tienen los siguientes beneficios:

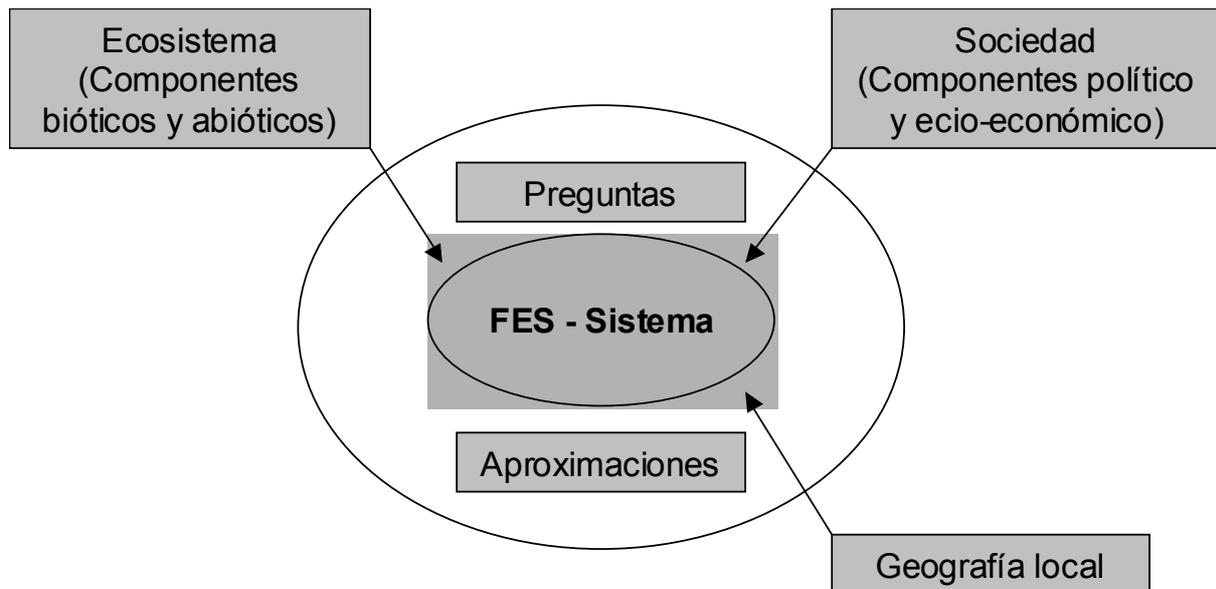
- El proceso de creación de un modelo conceptual es una poderosa herramienta de aprendizaje.
- Los modelos conceptuales son fácilmente modificables en la medida que avanza el conocimiento.
- Los modelos conceptuales permiten identificar que se sabe y que no se sabe y pueden por tanto ser usados para planear el trabajo futuro.

- Los modelos conceptuales son una poderosa herramienta de comunicación. Ellos proveen una expresión explícita de los supuestos y niveles de entendimiento del sistema de manera que ellos puedan ser evaluados por otros.
- Los modelos conceptuales proveen de una plataforma para la generación de predicciones y del formato para generar nuevas hipótesis.

b) Sistema Físico-Ecológico-Social (FES-sistema)

Un sistema físico-ecológico-social (FES-sistema), es un modelo conceptual espacialmente explícito de las relaciones sociedad-naturaleza donde los componentes, interacciones y límites dependen de la pregunta que se quiere responder y del (los) observador(es) que la formula (Delgado & Marín, 2006). Este concepto no invalida las definiciones clásicas de ecosistema (e.g. Likens, 1992), pero incorpora dos nuevas características: (1) las sociedades humanas son explícita y necesariamente incorporadas como componentes del sistema y (2) los componentes ecológicos (e.g. especies biológicas del área definida) son solamente aquellos necesarios para responder la(s) pregunta(s) planteada(s), (Figura 9).

Figura 9. Relación entre el concepto contemporáneo de ecosistema (Likens, 1992), la sociedad humana y las características físicas del sistema con el concepto de FES-sistema. Nótese que toda la información obtenida sobre el sistema es filtrada por los observadores en relación a las preguntas planteadas y las aproximaciones propuestas para resolverlas



c) Análisis del Humedal como modelo conceptual de un ecosistema

El ecosistema es un sistema conceptual, formado por componentes bióticos y abióticos que interactúan funcionalmente y recíprocamente en el tiempo y el espacio. Esta definición implica que para entender el comportamiento del humedal, no es suficiente con realizar un análisis compartimentado de los factores ambientales que componen el ecosistema, sino que es necesario establecer las interacciones que se generan con otras especies y además, con los componentes físicos y químicos (e.g.: caudales, nutrientes).

Entre el ambiente físico y los ecosistemas asociados, existe una coherencia estructural y funcional que define una composición y abundancia de especies acorde a las condiciones hidrológicas imperantes. Para el caso del humedal de río Cruces, la

composición biológica del ecosistema es el resultado de la estrecha interacción con los caudales aportantes (marinos y lóticos), donde la organización que observamos depende de la magnitud de los mismos y sus características. Lo anterior permite establecer que el comportamiento de los ecosistemas acuáticos presentes en el humedal no es independiente de la dinámica física del humedal, es más, éstos son regulados jerárquicamente por las condiciones hidrodinámicas e hidráulicas de la masa de agua.

Esto implica que desde un punto de vista ecosistémico, las estructuras y funciones del humedal, serán el resultado de la interacción de todos los componentes. Estos tienen diferentes escalas de tiempo y espacio, se expresan a través de diversas variables de estado y que deben ser conocidas y ponderadas con el fin de; primero tener un conocimiento de cómo opera el sistema en forma natural y segundo sobre la base de este conocimiento, entender el efecto de las perturbaciones (naturales y/o antrópicas) en las interrelaciones entre los compartimentos biológicos, químicos y físicos.

d) El humedal como ecosistema

El humedal está ubicado en una cuenca exorreica, donde el paisaje está formado por ecosistemas acuáticos asociado principalmente a los ríos, y por ecosistemas terrestres dominados por vegetación ripariana. Estos últimos no están ligados directamente a los ríos, sino que se abastecen de agua desde la esorrentía proveniente de la cuenca. Entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, existen flujos de materia, energía y especies, los cuales pueden potencialmente regular su estructura y funcionamiento.

Esta regulación es frecuentemente unidireccional, mediada por flujos de materia orgánica desde los ecosistemas terrestres por medio de la esorrentía o vectores biológicos hacia los ecosistemas acuáticos. Los aportes de materia orgánica particulada desde la cuenca de avenamiento, es una importante fuente de alimento para los organismos acuáticos en el humedal, sin embargo, la abundante vegetación vascular

que crece en la zona litoral y los márgenes del humedal, corresponde a la principal fuente de energía del ecosistema.

e) Estructura ecosistémica de un humedal

El humedal, desde un punto de vista ecosistémico, puede ser considerado como constituido por 3 grandes compartimentos interrelacionados, tributarios (sistema lótico), sistema dulce (sistema lótico/léntico) y sistema salobre (mareal), que interactúan permanentemente sin ninguna barrera que impida el libre intercambio de energía y materiales, los cuales están regulados por el régimen hidrológico que constituye un agente forzante común.

En cada compartimento se pueden describir básicamente dos componentes mayores: sedimentos y columna de agua, donde se desarrollan las diferentes especies características del humedal. Las macrófitas corresponden a la principal fuente de alimento del sistema, sustentando una rica fauna de invertebrados y vertebrados, donde se entrelazan herbívoros y consumidores. Entre los herbívoros es posible señalar a peces y aves (e.g.: cisnes, taguas). Los consumidores tope del ecosistema corresponderían a aves ictiófagas (e.g.: garzas) y mamíferos marinos (lobos de mar y huillín). Los factores abióticos más relevantes son la velocidad de escurrimiento de los caudales, oxígeno disuelto, temperatura y materia orgánica.

f) Funcionamiento del ecosistema

Los flujos de energía que sustentan los ecosistemas acuáticos presentes en el humedal, se originarían a partir de la producción autotrófica macrófitas. Sin embargo, no menos importantes son las microalgas planctónicas que también aportan carbono al ecosistema.

La importancia relativa de las macrófitas y/o microalgas como fuente de energía, dependerá de los factores que las regulan. De este modo, la disponibilidad de

nutrientes, radiación, condiciones hidrodinámicas y tasa de herbivoría, modificarán su productividad.

g) Organización del ecosistema

La organización del ecosistema está dada por los componentes abióticos-bióticos y las interacciones específicas con los agentes forzantes, como se señalara. Un cambio en los agentes forzantes y/o la ocurrencia de perturbaciones naturales o antrópicas, generarán modificaciones en la organización del ecosistema.

Lo anterior permite establecer que la diversidad biológica del humedal depende de la estructura y función del ecosistema acuático, por ende una modificación en los factores que lo regulan, conlleva necesariamente cambios en la composición de especies.

h) El hombre como elemento integrante del ecosistema

Los objetivos de uso del territorio que directa o indirectamente influye en las condiciones y construcción de condicionantes para las cualidades actuales y futuras del ecosistema del humedal de río Cruces son los elementos conceptuales que se identifican para el modelo conceptual del ecosistema.

Las acciones humanas expresadas en objetivos mayoritarios (objetivos genéricos) de uso del entorno son las expresiones antrópicas más relevantes para un ecosistema. Desde esta perspectiva, la visión real del ecosistema es una expresión de los diversos usos que este recibe a través de la acción humana.

5. Cronograma general del Plan.

Durante los primeros seis meses de ejecución del Plan se realizará el Modelo Conceptual del Ecosistema y se llevará adelante la creación de la institucionalidad y el diagnóstico social completo del Plan, posterior a ello inician su desarrollo los ámbitos del Plan.

ACTIVIDAD	Año 1, meses:							Años:		
	1	2	3	4	5	6	n	2	3	4
Creación de un Modelo Conceptual	■	■	■	■	■	■				
Creación de la institucionalidad	■	■	■	■	■	■				
Elaboración de un diagnóstico social	■	■	■	■	■	■				
Ámbito Ecosistémico							■	■	■	■
Ámbito Social							■	■	■	■
Ínter Ámbito							■	■	■	■

PARTE II. CONCEPTOS Y PROPIEDADES DE LOS HUMEDALES

PARTE II. CONCEPTOS Y PROPIEDADES DE LOS HUMEDALES

Contenido

1. Introducción

2. Definición, tipos y características de los humedales

3. Aspectos socioeconómicos ligados a los humedales

4. Factores que controlan la ecología de los humedales

4.1. Hidrología

4.2. Fertilidad

4.3 . Sedimentación

4.4.Aspectos ecológicos

4.5.Perturbaciones

5. Restauración y Rehabilitación

5.1.Principios generales para el diseño de una restauración ecológica

PARTE II. CONCEPTOS Y PROPIEDADES DE LOS HUMEDALES.

1. Introducción.

Aquellos lugares donde el agua se fusiona y mezcla con la vida, se les conoce como humedales. En nuestro planeta existen aproximadamente 5.6 millones de kilómetros cuadrados de zonas húmedas, por lo que no es de extrañar que estos ambientes influyan hasta nuestros días en el desarrollo de la humanidad. Lamentablemente, esta arraigada relación provoca que estos ecosistemas sean altamente vulnerables a la degradación ambiental, por ejemplo sólo en los Estados Unidos de Norteamérica, se estima que en los últimos 200 años se han perdido aproximadamente el 50% de las zonas húmedas (NOAA & EPA, 2003).

Esta pérdida y alteración de los humedales a nivel mundial, es el resultado de la degradación generada por diversas actividades que incluyen el drenaje del suelo para fomentar las actividades agrícolas, el relleno de bastas zonas para aumentar áreas urbanas, el dragado para hacer muelles y marinas, la invasión de especies alóctonas y los impactos directos o indirectos generados por contaminantes. Esto ha comprometido los importantes beneficios que proporcionan los humedales para el desarrollo de la sociedad, por lo que preservarlos y restaurarlos es esencial para mejorar no sólo la salud ambiental de los sistemas acuáticos, sino que también, la calidad de vida de las poblaciones que viven en sus alrededores.

Por este motivo, la comunidad internacional ha desarrollado diversos programas para comprender y estudiar la función e importancia de los humedales, llegando incluso a ser reconocidos como “los riñones del planeta” (CCW, 1995), gracias a la cualidad de filtrar las sustancias peligrosas presentes en el agua.

Desde 1971 la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Convención RAMSAR) ha ofrecido un marco para la acción local y la cooperación internacional en la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos.

Más de 100 países, incluyendo Chile, se han adherido a esta convención, ayudando a confeccionar una lista de cerca de 900 humedales de importancia internacional.

En Chile, existen 9 humedales inscritos en esta convención, siendo el primero humedal incluido en esta lista el del “río Cruces”, denominado como Santuario Carlos Anwandter. Este sitio es un área que alberga una gran cantidad de flora y fauna típica de estos ambientes y hasta hace un par de años albergaba una de las poblaciones reproductivas más grandes de Cisnes de Cuello Negro (*Cygnus melanocorypha*) del país.

En la situación descrita en el párrafo anterior, el aporte del conocimiento no es entendido como la imagen o representación de una realidad objetiva, sino como la organización y ordenación de mundos constituidos y generados en nuestra experiencia. Así, diversos actores sociales vinculados al humedal, percibirán distintos componentes e interacciones dependiendo de su experiencia, el conocimiento que posea, las definiciones conceptuales que contenga y el marco o modelo conceptual que se utilice en el proceso de percepción.

Al respecto, el presente capítulo tiene como objetivo uniformizar los conceptos tanto ecológicos como sociales que son usados en el Plan y que adquieren especial relevancia al tomar decisiones sobre la gestión de los humedales y de esta manera aportar a la comprensión y construcción de acciones que se requieren para la gestión integral del humedal.

2. Definición, tipos y características de los humedales.

Los humedales son ecosistemas únicos, los cuales se encuentran por lo general, en el borde de los sistemas acuáticos (de agua dulce o salada) o terrestres (tierras altas). Por lo tanto, estos ecosistemas pueden estar saturados de agua durante todo el año, durante ciertas estaciones, o durante parte del día (NOAA & EPA, 2003).

La problemática de definir que o cuales ambientes son o no humedales, nace de la amplitud de lugares que incluye la definición que se utiliza y el objetivo que persigue el documento donde está la definición inserta. La más común de las definiciones, es la que considera como humedal a “todo ambiente que esta permanente o parcialmente inundado por agua”.

Pero, esta definición sin dudas es una definición demasiado amplia y por lo tanto ambigua al momento de tomar decisiones. Independiente del objetivo que tenga o persiga la definición utilizada, existe un consenso entre científicos y legisladores de que al menos deben tomarse ciertos aspectos que son inamovibles dentro de una definición.

Así, podemos definir que un humedal es un ambiente de tierras bajas, donde la superficie se encuentra anegada, permanente o intermitentemente de agua, generando la presencia de suelos anóxicos ricos en carbono orgánico (Spiro & Stigliani 2004, Keddy 2000) lo que conlleva a la presencia de fauna endémica y diferenciada de las zonas adyacentes (Spiro & Stigliani 2004, Keddy 2000). Esta definición considera una causa (inundación por agua), un efecto primario (reducción de oxígeno) y uno secundario (biota diferenciada) (Keddy 2000).

Ahora bien, existen definiciones más largas que tienen que ver con el ámbito en que se este trabajando, por lo que podemos distinguir claramente dos grupos de

definiciones, una que tiene que ver con el área de las ciencias y la investigación y otra desde el punto de vista legal (Keddy 2000).

La primera es básicamente una herramienta para el análisis de la naturaleza, intentando envolver todos los procesos que en ella ocurren, y por lo tanto es más susceptible a cambios en el tiempo. Así, nos encontramos con una definición que es capaz de evolucionar en el tiempo, debido al aumento del conocimiento que se tenga del lugar.

Esta es una definición que ayuda a investigar la naturaleza, y la investigación de la naturaleza ayuda a clarificar la definición. Por tal motivo desde el punto de vista de la investigación científica es muy difícil encontrar un consenso de cual es la mejor definición para un ambiente en particular.

Por el contrario las definiciones desde el punto de vista legal intenta simplificar el concepto para generar los lineamientos necesarios para un adecuado manejo del ambiente (Keddy 1989; 2000). Si bien, en esta se pueden incluir los procesos que ocurren en los ambientes, estos deben ser simplificados para que sean comprendidos por todos aquellos actores involucrados con el ambiente.

Este tipo de definiciones tienen que ser elaboradas cuidadosamente, debido a que pueden causar serios riesgos sociales, económicos y ambientales, por lo que obliga a los legisladores a tener un conocimiento acertado del ambiente para adoptar la definición mas practica y completa que se pueda, para así proteger y regular el uso que se le da a la naturaleza.

Hay que considerar, que los humedales comprenden zonas de propiedades geológicas diversas como por ejemplo bañados, ciénagas, esteros, fangales, marismas, pantanos, turberas así como zonas costeras que presentan anegación periódica por régimen de mareas. Es por este motivo que Keddy (2000) considera la existencia de seis tipos básicos de humedales los cuales son:

Manglares: Comunidades dominadas por árboles y arbustos principalmente del género *Rhizophora* (Lincoln et al 1993), y cuyas raíces pueden quedar en los suelos inundados, albergando una gran diversidad de peces y otros vertebrados. Los más conocidos son los Manglares Tropicales.

Marismas: Comunidades que están dominadas por plantas herbáceas del género *Thypha* y *Phragmites*, las cuales se caracterizan por presentar sus raíces fijadas en el suelo saturado de agua, una parte de su tallo bajo el agua y la mayor parte de él, la que lleva las hojas, en el aire (Ramírez 1982).

Turbales: Son aquellos que se caracterizan por poseer aporte de aguas superficiales, subterráneas o ambas (Roig & Roig 2004). Estas comunidades están dominadas principalmente por hierbas y pastizales (e.g. las turberas de Siberia, Alaska y Canadá).

Pantanos: En general son ecosistemas con capacidad para acumular materia orgánica muerta derivada de plantas, reduciendo el contenido de oxígeno y la escasa disponibilidad de nutrientes.

Los Pantanos también se definen como túrbales Ombotróficos, ya que su única fuente de nutrientes proviene de la atmósfera y no poseen vinculación alguna con el aporte por aguas subterráneas, por lo tanto sus aportes de nutrientes dependen exclusivamente de los arrastrados desde la atmósfera por el agua de precipitación (Roig & Roig 2004).

Están dominadas por musgos del género *Sphagnum* y arbustos del género *Ericaceous*.

Praderas Húmedas: Son comunidades dominadas por plantas herbáceas enraizadas de suelos ocasionalmente inundados.

Aguas poco profundas: Son comunidades dominadas por verdaderas plantas acuáticas y tienen una profundidad mayor a 25 cm.

Esta clasificación de solo seis categorías puede originar que varios humedales queden entre uno u otro grupo, pero es regla general considerar que todos poseen un conjunto de características ecológicas que los diferencian de los ecosistemas de tierras altas y otros ecosistemas acuáticos.

Existen otras clasificaciones más extensas y completas, que se basan en la acción de distintos factores ambientales como por ejemplo el régimen de agua o presencia de nutrientes. Una de estas es la propuesta por Cowardin, et al. (1979) y que divide en 5 tipos de humedal según el origen de las aguas, esta es:

Humedales Marinos: Entre mar abierto cubriendo la plataforma continental y la línea costera de alta energía asociada. Ejemplos de tipos de humedal dentro de este sistema están las camas acuáticas en la zona submareal e intermareal, arrecifes y costas rocosas.

Humedales Estuarinos: Hábitats mareales de aguas profundas y humedales mareales adyacentes, los cuales se encuentran generalmente semi-encerrados por tierra, pero tienen un acceso abierto, parcialmente obstruido, o un acceso esporádico al océano y en el cual el agua oceánica es diluida al menos parcialmente por escorrentía de agua dulce proveniente de la tierra. Ejemplos dentro del sistema estuarino incluyen humedales submareales e intermareales emergentes, bosques inundados y fondos rocosos.

Humedales Ribereños: Humedales y hábitats de agua profunda ubicados dentro de un canal, con dos excepciones: 1) humedales dominados por árboles, arbustos, plantas emergentes persistentes, musgos emergentes o líquenes, y 2) hábitat con agua conteniendo sales derivadas del océano en exceso a 5 ppm (partes por

millón). Los ríos y riachuelos caen dentro de este sistema y subsistemas incluyen cuerpos de agua mareales, perennes e intermitentes.

Humedales Lacustres: Humedales y hábitats de agua profunda que poseen todas las siguientes características: 1) situado en una depresión topográfica o represa de un canal de río, 2) menos de un 30 por ciento de cobertura aérea por árboles, arbustos, vegetación emergente persistente, musgo o líquenes emergentes, y 3) el área total excede ocho hectáreas. Los lagos se clasifican como sistemas de humedal lacustrinos.

Humedales Palustres: Todos los humedales no mareales dominados por árboles, arbustos, vegetación emergente persistente, musgo o líquenes emergentes y todos los humedales que ocurren en zonas mareales donde la salinidad debido a sales derivadas del océano es menor a 5 ppm. Este sistema también incluye humedales que carecen de tal vegetación si son más pequeños de ocho hectáreas, carecen de oleaje o atributos de una línea costera rocosa, y poseen una profundidad menor de dos metros en el punto más profundo durante niveles de agua bajos. Ejemplos incluyen estanques y ciénagas.

A pesar de esta variada gama de clasificaciones, existen diversos humedales que no calzan con las características dadas, por ejemplo en Rusia existen extensas áreas de humedales pero, los científicos no han podido llegar a un consenso en la clasificación adecuada de estos (Zhulidov et al 1997).

Independiente de que tipo de humedal es, lo relevante de estos ambientes son los beneficios que ofrecen a la sociedad. Una de estas es la ingerencia que tienen en los procesos de purificación natural del agua, de hecho en el fondo de estos ambientes se genera una gran cantidad de reacciones químicas que juegan un importante rol en la reducción de nutrientes y minerales disueltos en el agua, por lo que han sido considerados como los riñones de la naturaleza (Kracauer et al 1997).

Estos ambientes juegan también un importante rol en las características y funciones climáticas, previniendo por ejemplo las inundaciones repentinas (Kracauer et al 1997). Esto se debe a que son capaces de interceptar la escorrentía superficial, almacenando el agua de los deshielos y tormentas, por ejemplo un estudio desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros en la cuenca del río Charles en Massachussets (Estados Unidos de Norteamérica), estimó que la pérdida de 3,400 hectáreas de un humedal incrementaría el daño por inundaciones río abajo (NOAA & EPA, 2003).

Entre otras funciones relevantes que prestan estos ambientes podemos mencionar los aportes generados en la disminución de la erosión costera, recargando los acuíferos subterráneos y estabilizando las condiciones climáticas locales como la humedad ambiental (Kracauer et al 1997, Yuan et al 2002).

Otro aspecto relevante de estos ambientes es la prestación de refugio a diversas especies de animales, tanto para reproducirse como para alimentarse, por lo que los convierte en un recurso ecológico crucial por su gran biodiversidad y productividad (Kracauer et al 1997), por ejemplo, los humedales mantienen una gran diversidad de especies, muchas de las cuales son únicas y raras. Dentro de esta gran diversidad hay muchas especies de plantas que son usadas como alimento, para medicina, y otros tipos de materia prima. Por otro lado muchos humedales son ecosistemas altamente productivos en gran parte por su riqueza en materia orgánica y nutrientes, esto permite sustentar una gran cantidad de animales no solo dentro del humedal, sino que también en ecosistemas cercanos ya que los nutrientes son también transferidos a sistemas acuáticos cercanos (lagos, ríos y estuarios), incrementando la productividad de estos sistemas y manteniendo usos humanos como son las pesquerías comerciales. De hecho, se ha señalado que aproximadamente un 75 % de los peces, moluscos y crustáceos cosechados comercialmente en Norteamérica dependen de los estuarios y sus humedales (Chambers 1991).

Otra característica interesante de mencionar es el refugio que prestan estos ambientes para una gran cantidad de aves acuáticas, las cuales en su mayoría se reproducen en estos ambientes. Por ejemplo los humedales de agua dulce mantienen aproximadamente entre un 50 a un 80 % de la producción de aves acuáticas del mundo, por lo que la pérdida de humedales ha sido considerada un factor de importancia en la disminución del éxito de anidamiento de las poblaciones de patos en diversas partes del mundo. Además de las aves, los reptiles y anfibios son residentes comunes de los humedales. De las aproximadamente 190 especies de anfibios existentes en Norte América, casi todas dependen de los humedales para la reproducción.

Muchas actividades de recreación se llevan a cabo en o alrededor de diversos humedales, y por consiguiente proveen un sin fin de funciones socioeconómicas, por ejemplo el Ministerio de Administración y Servicios de Canadá en 1991, numera las distintas funciones que presta para la comunidad en general la presencia de un humedal en sus cercanías. Estas van desde beneficios relacionados con la caza y pesca hasta incluso como potenciales fuentes de energía doméstica en áreas alejadas, además del turismo y la recreación. Un estudio realizado por el mismo organismo Canadiense estima que, en términos financieros, los humedales de Canadá pueden llegar a ser valorados en mil millones de dólares aproximadamente, estimación que incluye solamente la producción anual de actividades relacionadas directamente con los humedales, incluyendo actividades recreativas, control de las inundaciones y la purificación del agua.

Todas estas características, han centrado la atención por parte de la comunidad científica internacional por realizar diversos estudios en diversos campos, los cuales van desde a identificación del humedal hasta la creación, restauración y rehabilitación de estos (Hefner, 1994; Ainslie, 1994; Lu, 1995). Por ejemplo una revisión reciente de proyectos de rehabilitación de humedales en Australia

identificó 69 proyectos en curso los cuales abarcan desde 0.4 a 110.000 hectáreas (Streever, 1997).

Todo este esfuerzo ha estado dirigido a la conservación y el uso racional de los humedales (Jonauskas, 1996; Finlayson & von Oertzen, 1993; Finlayson et al., 1998; Jacobs y Brock, 1993), donde el objetivo principal de los proyectos ha estado centrado en reestablecer los procesos ecológicos naturales.

Para esto es imprescindible que exista una base de conocimiento robusta que apoye efectivamente el desarrollo del ambiente. Este desarrollo efectivo se logra mediante una mirada holística de los conceptos ecológicos básicos que consideren la relación entre los procesos, las funciones y los valores de estos ambientes. Esto es, por lo tanto, un requisito fundamental para la toma de decisiones económicas y políticas de los ecosistemas.

3. Aspectos socioeconómicos ligados a los humedales.

Un importante aspecto al realizar cualquier tipo de intervención en humedales es el social, debido a que en ellos, por lo general, se ubica una determinada e importante cantidad de poblaciones asociadas, que en la mayoría de los casos, utiliza el humedal para diversos fines, como por ejemplo (Ramsar 2004):

- a) Pesca y caza
- b) Agricultura y producción de heno
- c) Cosecha de gramíneas y recolección de productos forestales
- d) Extracción de sal
- e) Usos recreativos y de ecoturismo
- f) Agua para el consumo directo

Es importante señalar que este uso debe estar de acuerdo al concepto de “uso racional de los humedales”, es decir “el uso sostenible para beneficio de la

humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”.

Se define uso sostenible como “el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras” (Ramsar 2004).

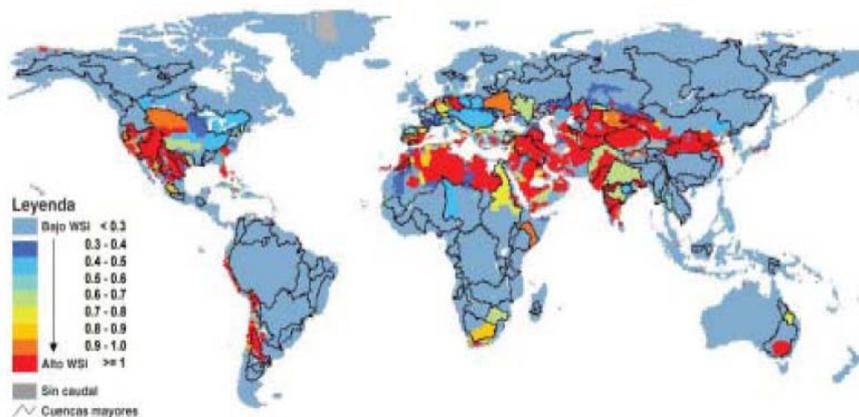
Las propiedades naturales del ecosistema se definen como “aquellos componentes físicos, químicos y biológicos, tales como el suelo, el agua, las plantas, los animales y los nutrientes, y las interacciones entre ellos” (Ramsar 2004).

Los humedales además tienen el importante rol de reserva de agua dulce, esto cobra mayor relevancia si consideramos que las estadísticas nos indican que alrededor de la tercera parte de la población mundial (más de 1000 millones de personas) vive en países con un stress hídrico entre moderado y elevado. Unos 80 países, que representan el 40% de la población mundial han sufrido de grave escasez de agua a mediados de los noventa, siendo las regiones más afectadas las de Oriente Medio, el norte de África y el sur de Asia. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se espera que la situación se agrave con el correr de los años, ya que para el 2025 unas 5500 millones de personas vivirán en países con limitaciones graves de agua potable. Esto último hace más imprescindible conservar adecuadamente los recursos hídricos de los humedales.

En la Figura 1, se presenta un mapa que muestra una reseña de la escasez de agua, sin considerar las necesidades de “agua ambiental”. Estas necesidades ambientales -la cantidad de agua requerida para mantener los ecosistemas de agua dulce en una adecuada condición – fueron calculadas utilizando modelos globales hidrológicos y de utilización del agua. Las áreas rojas muestran donde

estas necesidades no están siendo satisfechas, porque demasiada agua se extrae para otros usos.

Figura 1. Áreas rojas que muestran donde las necesidades de agua ambiental no están siendo satisfechas. (Tomado de Water Policy Briefing; Planificando la Asignación del Agua para el Medioambiente. Octubre del 2005.)



El uso que las comunidades hacen de los humedales es básicamente como reserva de aguas dulces, recreación y ecoturismo, sin embargo la mayoría de los humedales aun se encuentran sin protección y son frecuentemente utilizados como receptores de aguas residuales domésticas e industriales, que llegan sin tratamiento desde las ciudades y poblados. Esto altera las propiedades fisicoquímicas y biológicas, mediante procesos de contaminación y eutroficación (aumento de la productividad biológica) y ha contribuido a deteriorar la calidad del medio acuático, tanto en la costa, como en aguas interiores.

4. Factores que controlan la ecología de los humedales.

Basándonos en la definición de humedal, que se propuso en el punto 2 podemos distinguir que la característica principal de los humedales esta en la escasa profundidad del nivel freático, con la consecuente alteración del régimen del suelo. Por lo tanto, el factor principal que controla la ecología de los humedales, tiene

que ver con el régimen hidrológico del lugar, el cual está determinado por la duración, flujo, cantidad y frecuencia de agua. Se considera que un sitio tiene una hidrología de humedal cuando permanece húmedo lo suficiente como para generar suelos que pueden mantener una vegetación hidrofítica ósea, permite la presencia de plantas adaptadas a ambientes inundados (NOAA & EPA 2003).

El suelo es llamado hídrico ya que éstos permanecen saturados con agua durante gran parte del tiempo. Estos suelos se vuelven anóxicos (sin oxígeno) en la medida que el agua permite el crecimiento de microorganismos, los que usan el oxígeno atrapado entre las partículas de la tierra. Cuando esto ocurre, los suelos sufren cambios significativos en la estructura y composición química, por lo que tienen características que las hacen únicas en comparación con otros lugares.

Todos estos factores hacen que los suelos de los humedales sean zonas de estrés para las plantas terrestres, lo que genera que estos ambientes se encuentren dominados por plantas hidrofíticas especialmente adaptadas para tolerar estas condiciones tan exigentes.

Esto es en síntesis, una visión generalizada de los principales componentes que modelan la estructura de un humedal, pero es evidente que, como ocurre en la mayoría de los ecosistemas, los humedales a la larga son el resultado de la acción de múltiples factores que actúan simultáneamente sobre el ambiente.

Sin duda la presión que ejercen estos múltiples factores va a variar según las condiciones particulares de cada uno de estos ambientes. A la larga, estos factores terminan moldeando y restringiendo la presencia o ausencia de ciertos organismos en el ambiente. Por ejemplo, en la mayoría de los cursos de agua, el movimiento de ésta y en particular el movimiento de los sedimentos que se encuentran en ella, generan la presencia de meandros los que a su vez pueden estar conformados por distintos tipos de crestas, barras, bancos de arenas, etc.

los que le dan las bases fundamentales para el posterior asentamiento y proliferación de los organismos adaptados a estas condiciones.

Todo esto nos permite concluir que cualquier cambio en la intensidad y en la fuerza del agua, así como cualquier alteración en los compuestos químicos que se encuentran disueltos en ella afecta, directa o indirectamente, las condiciones iniciales del ambiente, impidiendo o limitando la presencia de ciertas especies de la flora y fauna que inicialmente podrían encontrarse.

El control de las especies y comunidades de un lugar, dependen por lo tanto, de la acción intrínseca de uno o varios factores ambientales, los cuales pueden actuar con distintas magnitudes. La identificación, jerarquización y comprensión de cuales son los factores claves que modelan o crean un ecosistema en particular, permiten definir las acciones y planes a seguir en los ambientes que se ven amenazados por las alteraciones de tipo antrópico.

Esto hace necesario que para comprender y manejar apropiadamente un humedal, los científicos determinen cuantitativamente las relaciones entre los factores ambientales y las propiedades de los humedales. Por ejemplo la diversidad de las plantas podría estar relacionada con la fertilidad del sustrato.

La comprensión de estas relaciones, aumenta el estado del conocimiento humano sobre los factores que crean y controlan los humedales, y las consecuencias que generan las alteraciones de estos. Por otro lado permite generar los liniamientos o restricciones necesarias para la conservación de estos ambientes y si es necesario manipular o regular o no, uno o mas factores que permitan mantener o producir las características deseadas de un humedal.

Pero, mantener a perpetuidad las condiciones ambientales de un humedal es algo prácticamente imposible, pues como todo ecosistema los múltiples factores que lo conforman pueden cambiar a través del tiempo, lo que dificulta el trabajo en estos

ambientes. Por ejemplo, un aumento de las actividades humanas genera en la mayoría de los casos, un incrementando en el grado de perturbación y por consiguiente altera la intensidad de los factores ambientales que controlan el ecosistema. Por tal motivo es imperioso llevar a cabo monitoreos periódicos y estudios a largo plazo para determinar los cambios ambientales tanto de origen antrópico como natural y así poder comprender y generar los lineamientos adecuados para establecer un plan de manejo del ambiente basándose en los conceptos de la sustentabilidad en el tiempo y en el espacio.

A continuación se profundizará en algunos de los principales factores que controlan las propiedades de los humedales.

4.1. Hidrología.

Ya se ha mencionado la importancia que tiene la hidrología en el control de las características de los humedales. De hecho, los niveles del agua y sus patrones de variación son el principal factor que controla las características de los humedales. Esta importancia se acrecienta cuando la cantidad de agua en un humedal esta sometida a fluctuaciones en distintas escalas de tiempo. Por ejemplo, en algunos humedales existe una marcada estacionalidad de los niveles del agua producto de las inundaciones generadas por fuertes lluvias o por los deshielos primaverales.

Por lo tanto, la amplitud y frecuencia de las fluctuaciones en los niveles del agua controlan las características de un humedal, tanto como la amplitud y frecuencia de los incendios controlan las características de un bosque (Keddy 2000). Estas fluctuaciones pueden destruir o crear humedales, eliminando la vegetación existente y promoviendo el restablecimiento de otras especies (Salisbury 1970, Keddy & Reznicek 1986).

Pero, las fluctuaciones en el nivel del agua no solo afectan a la vegetación, por ejemplo, se ha visto que los invertebrados que componen la comunidad de marismas aumentan en abundancia cuando los niveles del agua son bajos. Si consideramos que muchos de estos invertebrados son fuente de alimento para muchos animales, al aumentar la abundancia de estos conlleva a un mayor suplemento alimenticio para peces (Riley & Bookhout 1990). Otro ejemplo está dado por los efectos sufridos por las aves acuáticas, de hecho se ha visto que cambios en el régimen del nivel del agua no solo trae cambios en su abundancia, sino que también causa cambios drásticos en la composición de las especies (Burger et al 1992).

Por lo que se puede considerar que la hidrología es sin dudas el factor principal en la generación de las características de los humedales.

4.2. Fertilidad.

Todos los organismos necesitan más que agua para vivir, y si estos elementos se encuentran en bajas cantidades el crecimiento y la reproducción pueden ser interrumpidos. La fertilidad por lo tanto puede ser usada para referirse a la disponibilidad de recursos necesarios para el crecimiento y la reproducción. Estos recursos incluyen nutrientes y minerales como el nitrógeno, fósforo y el potasio, el dióxido de carbono en el caso de las plantas, y en zonas inundadas el oxígeno del suelo. Todos estos recursos pueden estar en concentraciones bajas y por ende pasan a ser un elemento limitante, por lo que este pasa a afectar la fertilidad de un ambiente (Keddy 2000).

Una de las características más interesantes en los humedales es su variación natural de la fertilidad, la cual se debe a la posibilidad de existencia de dos tipos extremos de hábitats; aquellos que son considerados crónicamente infértiles y aquellos altamente fértiles. Muchos humedales están crónicamente limitados por los nutrientes, como por ejemplo los humedales ombotróficos. Esta infertilidad es

una de las mayores fuerzas que afectan la evolución de la comunidad de plantas y de hecho Grime (1977, 1979) identifica una serie de características asociadas a plantas que ocupan habitats infértiles, como por ejemplo la presencia de plantas carnívoras (Givnish 1988). Por el contrario, en los ambientes altamente productivos, los nutrientes no son limitantes, por lo que estos ambientes se caracterizan por un crecimiento explosivo de ciertas especies y los elementos limitantes pasan a ser otros, como por ejemplo la luz.

A pesar de que los nutrientes son bastante importantes para el desarrollo apropiado de un ambiente, no siempre mucho de lo bueno puede ser lo mejor. Un ejemplo de esto son los efectos generados por la eutrofización, la cual es sin dudas uno de los mayores problemas de degradación de los ecosistemas acuáticos del mundo. La mayoría de las veces la eutrofización es una consecuencia directa de la erosión del suelo y el uso de fertilizantes en los sistemas agrícolas, lo cual conlleva a un aumento en la cantidad de nitratos y fosfatos. Hay que considerar que los humedales por sí, son lugares donde los nutrientes tienden a concentrarse, por lo que la eutrofización se puede manifestar de dos maneras; uno es que en lugares con escasez de nutrientes, la eutrofización alivia la presión de la limitación de los nutrientes, lo que conlleva al cambio en la competitividad de las plantas, incrementando por consiguiente la abundancia de aquellas especies que crecen más rápido. Esto conlleva inevitablemente a una monopolización del sustrato por parte de aquellas especies más óptimas y por consiguiente arrastra una pérdida en la diversidad de especies, un ejemplo de esto es lo que se ha registrado en los Everglades, donde la invasión del Catail (*Thypha domingensis*) es un claro resultado de la alta eutrofización generada en la década de 1960 (Craft et al 1995).

Por el contrario, en ambientes acuáticos, los efectos se traducen en la eliminación de las principales macrófitas, lo que a la larga conlleva a la anoxia del agua, manifestándose en la muerte repentina de gran cantidad de peces y en la proliferación de la biomasa fitoplanctónica, un ejemplo de esto pueden ser los

resultados obtenidos por Mazzeo et al (2003), donde se demuestra que la disminución de la macrófita *Egeria densa* genera un aumento de los nutrientes disueltos en la columna de agua y por consiguiente un aumento de la biomasa fitoplanctónica.

Por tal motivo, la fertilidad vista como la disponibilidad de nutrientes en el ambiente, puede modelar la estructura del ecosistema y por consiguiente puede ser considerado como un factor gravitante al momento de tomar decisiones sobre la conservación de un hábitat.

4.3. Sedimentación.

Muchos eventos pueden ser dramáticos o conspicuos, pero estos pueden ser poco frecuentes, por lo que no son factores que controlan la estructura comunitaria de grandes áreas. Por ejemplo una riada puede generar efectos devastadores en el momento pero a largo plazo estos efectos son absorbidos por la comunidad.

En contraste, a veces los fenómenos lentos pero prolongados pueden cambiar la fisonomía de un lugar a tal extremo, que en un par de años el ecosistema sea irreconocible. Un buen ejemplo de este tipo de fenómenos es la sedimentación. Los ríos continuamente erosionan la superficie de la tierra y transportan sedimentos que son depositados en zonas donde el movimiento de las aguas es más lento. De hecho se estima que los ríos del mundo aportan 10^{10} toneladas de sedimentos al año, lo que a la larga cambia completamente la fisonomía de los lugares (Keddy 2000). Las tasas de sedimentación varían según el lugar, por ejemplo tasas del orden de 0.2 a 3 mm / año han sido calculadas en la mayoría de los ríos de Inglaterra (Walter 1970), mientras que en los marismas de Norteamérica se han calculado entre 3 a 6 mm / año (Niering & Warren 1980, Stevenson et al 1986).

En general, el transporte de sedimentos por parte de los ríos esta altamente ligado a la cantidad de lluvias y a la extensión de la cobertura vegetal. Por ejemplo la

desaparición de la cobertura vegetal trae consigo un aumento en el arrastre de sedimento, lo que se traduce en el cambio de los cursos de agua e incluso en la destrucción y creación de humedales. Por lo que la sedimentación es considerada uno de los elementos básicos a la hora de crear o restaurar las condiciones de los humedales.

4.4. Aspectos ecológicos.

Una de las principales fuerzas selectivas en el ambiente biótico es la competencia con otros miembros de la misma especie. La competencia es un tipo de interacción que se presenta en individuos cuando ambos intentan apropiarse de un mismo recurso, generalmente escaso. Es considerado el principal factor biológico que controla la presencia o ausencia de las especies.

Esta interacción entre las distintas formas vivas también controla la estructura biológica de los humedales, por lo que puede ser considerada un factor que controla las características de los humedales.

El otro factor es la herbivoría, la que puede ser definida como la pérdida de la vegetación de un ambiente producto del consumo de un organismo. El efecto principal de la herbivoría está radicada en el impacto que genera en la estructura de los hábitats, en la composición de las especies de plantas y en la productividad primaria de los humedales (Rasin et al 1995).

4.5. Perturbaciones.

Una perturbación es, en *sensus strictus*, la “interrupción de la tranquilidad”, ósea es un acontecimiento discreto, de origen natural o antrópico, que causa un cambio en las condiciones existentes en un sistema ecológico.

Para ser considerado como una perturbación, el evento debe ocurrir con una duración menor, que el tiempo de vida de la especie dominante de una comunidad, por ejemplo un incendio si puede ser un disturbio, pero no lo son los efectos del cambio global. Por lo tanto, este es un cambio que debe ser cuantificable mediante mediciones de biomasa, diversidad y composición de especies. Cuando no se registran cambios no se esta en presencia de un disturbio (Cairos 1980).

Ehite (1994) es más enfático y menciona que cuando la resistencia estructural y la tolerancia fisiológica de la vegetación son excedidas y cuando la biomasa viva es repentinamente destruida, estamos en presencia de una perturbación.

Dentro de las perturbaciones clásicas podemos mencionar el fuego, el congelamiento, las inundaciones y eventos más discretos como la contaminación. Algunos disturbios pueden indirectamente cambiar la estructura del sustrato y la fertilidad del humedal, provocando por consiguiente un cambio radical en el ecosistema. Por ejemplo, las perturbaciones producidas por el oleaje pueden no solamente remover a las plantas, sino que producen un aumento del tamaño del grano de arena volviendo infértil el suelo (Keddy 2000).

Las perturbaciones van a depender por lo tanto, de la duración con la que el evento ocurre, la intensidad con que este se manifiesta, su frecuencia (de hecho, mientras mas frecuente es un evento, los organismos tienen mas resistencias a ellos) y el área donde este acontece (Sousa 1984).

Estas perturbaciones pueden tener orígenes naturales (e.g. inundaciones repentinas, lluvias inusitadas, huracanes, terremotos, etc.) y orígenes antrópicos (e.g. contaminación, disminución del nivel del agua, etc.), por lo que la fuerza con que se manifiestan pueden ser muy disímiles entre si.

Por consiguiente, las perturbaciones generalmente dan como resultado la degradación del ambiente, lo que conlleva a la pérdida de las condiciones ambientales normales. La mayoría de los humedales han sido afectados por actividades humanas, lo que ha provocado que exista una proliferación de proyectos de restauración de humedales, incluyendo la creación de estos ecosistemas (Erwin, 1996; NOAA & EPA 2003, Kusler y Kentula, 1990 Erwin, 1991; Kentula et al., 1993; Galatowitsch & Van der Valk, 1994; Zedler, 1996a, 1996b).

Por tal motivo, las perturbaciones del ecosistema, juegan un rol crucial en la modificación de las características básicas de los humedales, los cuales deben ser considerados al momento de planificar las eventuales metodologías para restaurar las condiciones deseadas.

5. Restauración y rehabilitación.

Restauración, es traer algo a una condición original, lo que implica de manera obvia que algo se ha alterado. La acción de restaurar por consiguiente es volver ese algo a su etapa anterior, ósea que recupere su estado formal, sus procesos y que se repare el daño acontecido.

La pregunta que se presenta al hablar de restauración ecológica es ¿cuales son las condiciones que se desean restaurar? y ¿cuan atrás debemos ir para encontrar estas condiciones?

Algunos científicos mencionan sin embargo, que la restauración ecológica es algo técnicamente imposible, por lo que sugieren hablar del término rehabilitación ecológica, ya que esta consiste básicamente en restablecer en las zonas degradadas, algunos de los elementos o servicios ecológicos importantes, no pretendiendo forzosamente a que sean homólogos a estados libres de contaminación.

A pesar de los tecnicismos imperantes, entendemos por restauración al conjunto de actividades que permitan que un ecosistema se aproxime a una condición cercana a la que presentaba antes del disturbio”.

Lo que si hay que tener en mente, es que la restauración ecológica es un proceso holístico, que no se logra con la simple manipulación aislada de los elementos individuales que constituyen un ecosistema. Sino que es más bien, un restablecimiento de las funciones que el ecosistema presentaba, intentando reparar la conexión natural entre los componentes bióticos y abióticos.

El afán de restablecer las condiciones naturales y promover la conservación a llevado a diversos países a tener estrictas políticas para la realización de proyectos de restauración, creación y mejoramiento. Por ejemplo la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera de los Estados Unidos de Norteamérica (NOAA) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) del mismo país, definen tres tipos de mecanismos que permiten recobrar las zonas húmedas perdidas (Basadas en Lewis, 1990):

- Restauración - Recobrar un humedal degradado, o un humedal que existió anteriormente, a una condición pre-existente o tan cerca de esa condición como sea posible.
- Creación - Convertir un área de no-humedal (ya sea tierra seca o zona de agua no vegetada) en un humedal.
- Mejoramiento - Incrementar una o más de las funciones efectuadas por un humedal existente más allá de lo que actualmente o previamente existió en el humedal.

Existen diferencias notables entre una y otra acción, por ejemplo restauración implica regresar un humedal a un estado anterior (por ejemplo rellenando una zanja de manera que un humedal drenado pueda estar inundado nuevamente), mientras que mejoramiento significa cambiar el humedal de manera que una o más de sus funciones son aumentadas, más allá de su estado original, por lo que el mejoramiento de un humedal de cierta manera, lo degrada a menudo de otra manera (NOAA & EPA 2003).

Para llevar a cabo una adecuada restauración ecológica (e.g. que se enmarque en la renovación de las funciones de un humedal), se deben concentrar los esfuerzos para que exista una remoción o atenuación de los factores causantes de la degradación que originaron la pérdida del humedal y dejar a la naturaleza que haga el trabajo de restablecer las funciones de este. Esto debe ser acompañado de un monitoreo continuo de la evolución de las condiciones ambientales del humedal. Esta estrategia es conocida como “estrategia pasiva”. Por ejemplo, si la vegetación y calidad del agua de un humedal son degradadas por la actividad de la ganadería intensiva, sacar las vacas puede ser la única actividad necesaria para restaurar el sistema (NOAA & EPA 2003).

Este tipo de estrategia permite por lo tanto la regeneración natural de las comunidades de plantas, recolonización natural de animales y el reestablecimiento de la hidrología y suelos de los humedales, por lo que esta estrategia es altamente recomendada cuando el sitio todavía retiene ciertas características básicas y la fuente de degradación puede ser detenida.

La otra estrategia es la denominada “estrategia activa” la cual involucran intervención física directa, mediante el control de procesos que permitan la recuperación del lugar. La estrategia activa es más apropiada cuando un humedal está severamente degradado (NOAA & EPA 2003). Por ejemplo, son consideradas acciones activas la modificación del flujo de agua, la plantación y siembra

intensiva de vegetación, el control intensivo de especies no nativas y el transporte de tierra al sitio del proyecto para proporcionar sustrato.

Independiente de cual sea la estrategia a considerar, es necesario tener en cuenta dos cosas al momento de realizar una restauración ecológica:

a) se debe tener un conocimiento acabado del humedal.

b) se debe reducir al mínimo las entradas artificiales, ósea reducir la manipulación del ambiente para el logro de los objetivos planteados en el programa de restauración y conservación.

En resumen, la restauración ecológica debe por consiguiente procurar la conexión entre los organismos y su ambiente, ósea se debe acomodar en el contexto regional del paisaje y del desarrollo y uso del suelo.

Por tal motivo, para asegurar la funcionalidad de los humedales y su sustentabilidad cualquier plan de restauración debe integrarse a las perspectivas económicas, políticas, y culturales locales.

5.1. Principios generales para el diseño de una restauración ecológica.

El adecuado diseño de un plan de restauración de humedales debe considerar ciertos principios que permiten obtener buenos resultados. De hecho, el desarrollo de una estrategia inadecuado es a menudo una de las razones principales por las cuales los proyectos fracasan en lograr sistemas autosuficientes y funcionales de manera natural (NOAA & EPA 2003). A continuación se presentan los tres principios básicos para el diseño de una restauración ecológica eficiente:

- Planificar a escala regional.

a). *Aplicar las teorías de la ecología del paisaje.* La ecología del paisaje es un campo que analiza la estructura, función y el cambio de un paisaje. Ayuda a manejar un humedal restaurado de una manera ecológica y sostenible en el tiempo, considerando el contexto del paisaje regional. Los humedales son ecosistemas que actúan recíprocamente con el cambio del clima, el flujo de la energía, el ciclo de los nutrientes, y el movimiento del organismo en los ecosistemas adyacentes, por lo que analizar los procesos de restauración desde un contexto regional es de vital importancia en los planes de restauración.

b). *Integración de las características hidrológicas.* La hidrología del humedal está conectada con las corrientes y los ríos adyacentes. La hidrología funciona de una manera no lineal, tejiendo una red tridimensional. Por lo tanto, cuando se planifica la restauración de un humedal es imprescindible tener en cuenta las características hidrológicas del humedal. Por otro lado, comprendiendo las características hidrológicas de los humedales se obtiene por consiguiente la línea base para lograr la restauración del ambiente en cuestión.

c). *Adaptarse al desarrollo y al uso de la tierra.* Al momento de planificar la restauración es necesario considerar los planes futuros de la utilización del suelo y del desarrollo, pues estos a la larga influenciarán la viabilidad del humedal restaurado. Por ejemplo, las actividades agrícolas, industriales y urbanas, causan la degradación de calidad del agua; esto afecta de manera negativa el hábitat y las funciones hidrológicas. Por lo tanto, un plan de la restauración debe tomar en cuenta el potencial uso del suelo y las tendencias del desarrollo socioeconómico.

- Establecer la sustentabilidad del ecosistema.
 - a). *Diseñar por función y no por estructura.* La función hidrológica es la característica que gobierna el desarrollo del ecosistema. La estructura del humedal esta determinada directa o indirectamente por la función del ecosistema. Consecuentemente, el éxito de la restauración se debe basar en la restauración de la función del humedal más que de las estructuras que lo componen.
 - b). *Permitir el auto-diseño.* Es un concepto innovador en los procesos de restauración del ecosistema. La restauración por medio del auto-diseño confía en la capacidad de autoorganización de un ecosistema, en el cual los procesos naturales contribuyen a la introducción y a la selección de las especies. En el auto-diseño, la presencia y supervivencia de la especie mediante la introducción continua es la esencia de la sucesión y del desarrollo funcional del ecosistema y en última instancia mantener los flujos de energía natural es la mejor forma de mantener la integridad ecológica, con capacidades de adaptarse al disturbio.
 - c). *Minimizar las técnicas ingenieriles.* Para reducir al mínimo las entradas artificiales en un plan de restauración, es necesario reducir al mínimo la necesidad del mantenimiento a lo largo del tiempo. Para esto es necesario evitar las obras ingenieriles que permitan reducir la interferencia de mecanismos artificiales y de materiales implicados en el mantenimiento no natural de la sucesión del ecosistema. Esto tiene consecuencias no solo por los elevados costos en la construcción y manutención del sistema, sino que obliga al ecosistema restaurado a la dependencia de los recursos humanos y financieros, los cuales no pueden estar disponibles para siempre.

- d). *Planificar en el tiempo.* El tiempo afecta los distintos procesos y dinámicas de la naturaleza. Un humedal puede demorar en restablecer su estructura y funcionamiento previo a la perturbación. Por ejemplo Boggs & Weaver (1994) (en Kentula 2000) indican que el patrón de cambio en la vegetación y en las comunidades de invertebrados de ambientes riparianos, exceden los 100 años para que ocurra una sucesión efectiva, por lo tanto se necesita considerar un tiempo adecuado para que la sucesión natural restaure la estructura y las funciones del humedal. Por lo tanto, el tiempo que demoraría la restauración debe ser considerado al establecer etapas, metas y objetivos en una plan.
- e). *Planificar en función de un modelo conceptual del humedal:* Un modelo permite observar una realidad compleja mediante abstracciones esquemáticas, a partir de esta definición podemos señalar que un ecosistema puede ser modelado mediante la definición de las variables de estado más relevantes que lo componen en los distintos elementos estructurantes que lo caracterizan.

Para ello la aproximación ecosistémica permite abordar en forma holística los componentes de un ecosistema y a partir de algunas definiciones generales realizar una serie de aproximaciones para lograr la identificación de las variables de estado adecuadas para el seguimiento de la deriva natural del ecosistema y la identificación de las perturbaciones más relevantes.

Desde esta perspectiva, las investigaciones planteadas en el Ámbito Ecosistémico aportan a la conformación de un Modelo Conceptual del Ecosistema del Humedal de Río Cruces, el que permitirá, cada cierto tiempo, general un modelo evaluable por la sociedad, el que

entregue información sobre su estado y permita la implementación de medidas de administración sobre el manejo de los recursos naturales en la cuenca y los sistemas productivos.

- Diseñar para la sustentabilidad cultural y natural.

Las decisiones políticas, económicas y culturales no son discutidas en la mayoría de las revisiones sobre restauración de humedales. Un plan sostenible, sin embargo, debe considerar estas perspectivas. Puesto que los seres humanos manipulan la tierra, el centrarse solamente en el aspecto ecológicos dará a lugar a un incumplimiento de los objetivos en la estrategia de restauración. Por lo tanto, la colaboración entre el gobierno regional, municipal y las comunidades locales permiten que la restauración del humedal sea de una manera eficaz y acertada.

- Planificación, implementación y monitoreo.

Para poder realizar una restauración ecológica, es necesario organizar un plan, el cual debe incluir metas y objetivos claros, basados en la información histórica del lugar, el planeamiento integrado, un diseño comprensivo y una supervisión o monitoreo a largo plazo.

Como anteriormente se menciona, la restauración esta definida por la reposición de las funciones, por lo que estos son los objetivos de un buen plan de restauración. La planificación por lo tanto, puede considerar varias metas, que serán enlistadas según las funciones y sus valores. Las metas mezcladas pueden ser difíciles de alcanzar, por lo que una meta u objetivo general se debe formular al momento de diseñar la planificación. La determinación de los objetivos deben influenciar los criterios para seleccionar los sitios donde se harán las manipulaciones, teniendo siempre en mente los principios del auto-diseño. Una restauración que considera la sucesión natural es mejor que aquella que considera la creación del ecosistema, por lo que los criterios para seleccionar los sitios

deben considerar varios criterios como por ejemplo, que hayan existido previamente las funciones que se desean restaurar, que este conectada a un régimen hidrológico natural, que presente suelos hídricos, y que las especies que modelan al ecosistema existan dentro de zonas aledañas o en un banco de semillas.

Para esto es necesario que existan inventarios del sitio, tanto dentro como fuera, que proporcionen una línea base para el plan de restauración. El inventario debe incluir aspectos sobre la hidrología, el suelo, comunidades nativas e invasoras de la flora y de la fauna, accesibilidad, uso del suelo y actividades socioeconómicas relacionadas al lugar. Otros datos incluyen información sobre la cantidad y calidad del agua, frecuencia y duración de las inundaciones si es que existen, datos climáticos y geomorfológicos del lugar, naturaleza e historia cultural, patrones del uso y desarrollo del suelo, las regulaciones y evaluación financiera y administrativa del sitio.

De acuerdo con el conocimiento del humedal, la evaluación del sitio es un proceso usado para determinar la conveniencia y viabilidad de la restauración. Los criterios para la evaluación incluyen volver a conectar el régimen hidrológico original, características del suelo, del agua y de la vegetación, control de especies invasoras, potencial de bancos de semillas, disponibilidad para la adquisición de la tierra, conveniencias para el paisaje y ajuste de la utilización del suelo y regulación del desarrollo socioeconómico del lugar. De acuerdo con el resultado del análisis del lugar, el plan para que sea eficaz debe amplificar las oportunidades y reducir al mínimo los requerimientos para alcanzar los objetivos del proyecto.

Un plan de restauración debe estar formulado a largo plazo y así podrá alcanzar las metas que se buscan lograr. Un plan de desarrollo debe considerar los monitoreos y la evaluación periódica de las condiciones del humedal restaurado, para así ir evaluando el éxito del plan de restauración a través el tiempo, mediante un sistema claro de procedimientos.

El monitoreo es la colección sistemática de datos que proporciona información sobre cambios que pueden indicar problemas y/o progreso hacia metas específicas o estándares de rendimiento, los cuales, una vez cumplidos, indican que las metas ecológicas establecidas se han alcanzado. Por lo tanto, el monitoreo proporciona datos sobre un sitio para ver si se está desarrollando en una manera que va a alcanzar los objetivos del proyecto. Independiente si la estrategia a desarrollar sea activa o pasiva, o se utilice como principio fundamental el auto-diseño, es fundamental mantener un monitoreo de ciertas características del humedal.

Por lo tanto el desarrollo de un plan de restauración de humedales no puede ser concebido como un sistema lineal, sino mas bien como un sistema abierto, que permita la retroalimentación de la información y la reformulación de objetivos, que permitan lograr los objetivos deseados, ósea restablecer las funciones esenciales del ecosistema perturbado.

PARTE III. EL HUMEDAL DEL RIO CRUCES

PARTE III. EL HUMEDAL DEL RIO CRUCES

Contenido

- 1. Introducción**
 - 2. Ubicación geográfica**
 - 3. Creación del humedal y su historia**
 - 4. Características ecológicas**
 - 4.1. Clima**
 - 4.2. Características hidrológicas y calidad de las aguas**
 - 4.3. Características geológicas, geomorfológicas y del suelo**
 - 4.4. Fitoplancton**
 - 4.5. Macrofitas acuáticas**
 - 4.6. Fauna silvestre**
 - 4.6.1. Invertebrados**
 - 4.6.2. Ictiofauna**
 - 4.6.3. Anfibios y reptiles**
 - 4.6.4. Aves**
 - 4.6.4.1. Estudios del ensamble de aves**
 - 4.6.4.2. Estudios de la dinámica poblacional del cisne de cuello negro**
 - 4.6.4.3. Estudios de la dinámica poblacional de otras especies de aves**
 - a). Taguas
 - b) garzas
 - c).pimpollo
 - d). Patos yecos
 - 4.6.5 mamíferos**
- 5. Análisis del paisajístico del humedal**
- 6. Situación actual del humedal e investigaciones complementarias**
 - 6.1. Calidad de las aguas río arriba del humedal**
 - 6.2. Metales pesados en el agua**
 - 6.2.1. Metales pesados en aguas subterráneas**
 - 6.2.2. . Metales pesados en la columna de agua**
 - 6.3. Metales Pesados en Rocas, Suelos y Sedimentos**

- 6.3.1.1. Metales Pesados en Rocas**
- 6.3.1.2. Metales Pesados en Suelos**
- 6.3.1.3. Metales Pesados en Sedimentos**
- 6.4. Biogeoquímica de fondos sedimentarios**
- 6.5. Geocronología de concentraciones de metales pesados**
- 6.6. Perfiles de metales pesados en sedimentos del santuario**
- 6.7. Residuos industriales liquidos**
- 6.8. Situacion Actual**

PARTE III. EL HUMEDAL DEL RIO CRUCES

1. Introducción.

En Chile existen diversos tipos de humedales que van desde los bofedales de Parinacota por el Norte a las turberas de la Tierra del Fuego por el Sur. Pero sin dudas, es el humedal del río Cruces el que, por diversas circunstancias, ha adquirido una mayor connotación a nivel nacional.

Este humedal alberga al Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter, el cual ocupa una interfase entre un sistema típicamente lótico (e.g. río arriba del humedal y sus afluentes), un sistema léntico (con grandes extensiones de aguas similares a lagunas pero conectadas entre si y de baja profundidad) y finalmente un sistema estuarino complejo (e.g. estuario del río Valdivia). El Santuario de la Naturaleza comprende un área de 4877 ha. por lo que se estima que el area ecologia del humedal es de unos 5000 ha. Esta localizado inmediatamente al Norte de la ciudad de Valdivia en la Región de Los Lagos (coordenadas 39°41 S; 73° 11 O).

La conjunción de los distintos componentes abióticos del humedal, como por ejemplo el clima, la geomorfología y la hidrología entre otros, sumado a las características de los distintos tipos de vegetación presentes en el lugar, contribuyen a generar dentro del humedal del río Cruces una rica variedad de procesos que operan en la formación del ambiente, pudiendo traducirse en distintas alteraciones y estreses naturales. Estos procesos pueden variar en intensidad y forma, cuando las condiciones fisicoquímicas del agua cambian, lo que acarrea cambios significativos en la biota del lugar.

El Santuario de la Naturaleza del humedal del río Cruces se encuentra en el directorio "Ramsar" de humedales de importancia internacional, debido a que ofrece alberge para una gran variedad de aves y animales que presentan serios problemas de conservación. Entre éstas tenemos la nutria de agua dulce (*Lutra provocax*), el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y el Ibis de Cara Blanca (*Plegadis chihi*), todas ellas

en vías de extinción. Por otro lado existen un apreciable numero de especies en estado vulnerable, como por ejemplo el Cisnes de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) y el Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*), además de la Garza Mora o Cuca (*Ardea cocoi*), especie catalogada como rara.

Es por esto que este ambiente ha sido considerado como un “hot spot” a nivel nacional e internacional (CONAF, CONAMA, WWF, RAMSAR, IUCN, entre otros).

Los humedales en general, están sujetos a una fuerte presión ambiental debido a la intensificación de las actividades humanas en sus alrededores (Turner et al 2000, Froneman et al 2000, Zhijun et al 2004, Scott 1989, Kracauer et al 1997), lo cual ha generado una perdida importante en la extencion y cantidad de estos ambientes en el mundo.

Lamentablemente nuestro país no es la excepción. Un ejemplo de esto, son los hechos acontecidos durante el año 2004 en el humedal del río Cruces, donde se experimentó un importante deterioro de la calidad del agua de este ambiente. Estudios realizados para dilucidar los origenes de este deterioro ambiental apuntan a que existia una alta relacion entre estos cambios y la puesta en marcha de la Planta Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución.

Dadas las características hidrológicas y geomorfológicos del humedal, no hubo una evacuación adecuada de las aguas, lo que provoco la desaparición de gran parte de la cobertura vegetal, compuesta principalmente por la planta acuática *Egeria densa*. Esto se tradujo en que las diversas especies de aves que dependían directamente de esta macrofita, disminuyeran drasticamente, como fue el caso de las Taguas (*Fulica leucoptera*, *Fulica rufifrons* y *Fulica armillata*) y del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*).

Siguiendo con el diseño de planificación mencionado en el capitulo anterior, para poder elaborar un plan acertado de restauración es necesario que exista un inventario del

sitio, tanto dentro como fuera, que proporcionen una línea base para el plan. Por lo que el presente capítulo intenta sistematizar el conocimiento existente del lugar tomando en cuenta aspectos hidrológicos, del suelo, de las comunidades nativas e invasoras de la flora y de la fauna, del uso del suelo y de las actividades socioeconómicas relacionadas con el lugar, información sobre la cantidad y calidad del agua, frecuencia y duración de las inundaciones, entre otros.

2. Ubicación geográfica.

El río Cruces tiene un desarrollo total de 125 km de NE a SW entre riberas acantiladas con numerosas vueltas y meandros que dejan islas y pantanos. Nace con el nombre de San José Copihuelpi, producto de la unión de varios esteros que se originan en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén (DGA, 2004). Se dirige hacia el sureste, atravesando diversas localidades hasta llegar a una zona donde se abre y se ensancha, disminuyendo la velocidad de su caudal. Esta zona, que corresponde a los últimos 20 kilómetros de su recorrido, antes de juntarse con el río Valdivia, es conocido como el humedal del río Cruces.

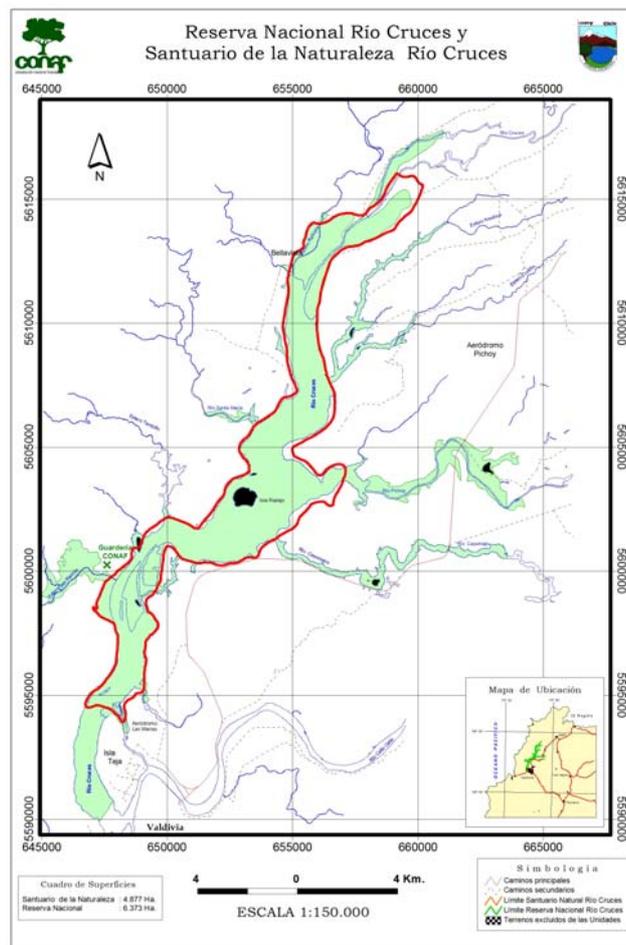
Este se ubica geográficamente entre los 39° 34' y los 39° 49' de latitud Sur y los 73° 02' y 73° 18' de longitud Oeste, al noroeste de la ciudad de Valdivia.

Tiene una superficie aproximada de 5000 hectáreas e incluye los sectores donde se junta con los ríos Cuyinhue, Nanihue, Cudico, Pailapifil, San Antonio, Pichoy, Cayumapu, Cau - Cau, Santa María y los esteros Santa Rosa, San Ramon y Ralicura (Figura 1).

Se sitúa en la provincia de Valdivia, entre las comunas de San José de la Mariquina y Valdivia y en su interior se encuentra el Santuario de la Naturaleza e Investigación científica "Carlos Anwandter", también conocido como "Río Cruces", al cual se puede acceder tanto por vía fluvial como por vía terrestres.

El acceso fluvial se consigue mediante dos vías; una si se sale de la ciudad de Valdivia. Uno por el río Cau cau, bordeando el sector norte de la isla teja o y la otra navegando hacia el sur de la misma isla y accediendo por la zona de conjunción entre los ríos Valdivia y Cruces.

Figura 1. Ubicación geográfica del Humedal del Río Cruces, en la Provincia de Valdivia, Región de Los Lagos, Chile. La línea de color rojo indica el margen correspondiente al Santuario de la Naturaleza, el cual fue creado el año de 1981, mientras que el área verde indica la zona propuesta como en el Proyecto de Reserva del Río Cruces con la finalidad de proteger la biodiversidad del lugar.



3. Creación del humedal y su historia.

El humedal del río Cruces tiene su origen en el descenso y posterior anegamiento de terrenos agrícolas generados por el terremoto y posterior tsunami del 21 y 22 de Mayo de 1960. Este movimiento generó en cuestión de minutos, no solo la pérdida de centenares de vidas humanas y de la infraestructura de las distintas localidades afectadas, sino que también modificó gran parte del territorio, apareciendo nuevas islas, cambios repentinos en el curso de los ríos e incluso el hundimiento de tierras generando lagos y lagunas (Figura 2).

Por este motivo, el río Cruces se caracteriza por estar constituido por un cause principal con profundidades que van desde los 4 a los 12 metros y bastas zonas inundadas con no mas de 20 cm de profundidad.

Figura 2. Baja de terreno y el desborde de los ríos en 1960; lo que dio origen al humedal del río Cruces.(en la foto desborde del río San Pedro, Fuente: Steinbrugge Collection, National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley



4. Características ecológicas.

Un ecosistema es una unidad ecológica generada del resultado de la interacción del ambiente físico y de las comunidades de organismos que habitan en él (Lincoln et al 1993), las cuales tienen propiedades y características emergentes propias. El concepto de ecosistema como tal carece de dimensiones y es multiescalar, ósea, sus límites dependen del problema o fenómeno en estudio, pero generalmente se les confina dentro de límites o zonas geográficas con ciertas características climáticas definidas (biomas). Al no tener límites, genera que estos se encuentren interconectados entre sí, por lo que al ocurrir un acontecimiento en una región de él, cualquiera que sea esta, afecta al ecosistema en general.

Por lo tanto, el humedal del Río Cruces debe ser considerado como un ecosistema en toda su amplitud, y como tal debe ser estudiado desde el punto de vista ecosistémico, esto quiere decir determinando y comprendiendo la acción de los dos macrocomponentes del ecosistema (e.g. la parte biótica y la abiótica).

Debemos por lo tanto considerar que, al igual que en todo ecosistema, ocurren procesos de transformación de la energía y la materia mediante dos procesos básicos: uno es el flujo de energía mediante las distintas transformaciones de la materia y el otro es la reutilización de los materiales que se han utilizado en estas transformaciones (interés principal de la ecología de los ecosistemas). La energía de los ecosistemas fluye a través de los distintos niveles tróficos, donde la producción de cada uno de estos niveles proporciona la manutención de energía para el siguiente y por lo tanto esta sujeta a las leyes que rigen el traspaso de esta de nivel en nivel.

Por ejemplo el humedal del río Cruces está ubicado en una cuenca exorreica, donde el paisaje está formado por ecosistemas acuáticos asociados principalmente a los ríos, y por ecosistemas terrestres dominados por vegetación, los cuales no están ligados directamente a los ríos, sino que se abastecen de agua desde la escorrentía proveniente de la cuenca. Entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, existen flujos de

materia, energía y especies, los cuales regulan su estructura y funcionamiento. Esta regulación es frecuentemente unidireccional, mediada por flujos de materia orgánica desde los ecosistemas terrestres por medio de la escurrentía o vectores biológicos. Los aportes de materia orgánica particulada desde la cuenca de advenimiento, es una importante fuente de alimento para los organismos acuáticos en el humedal, sin embargo, la abundante vegetación vascular que crece en la zona litoral y los márgenes del humedal, corresponde a la principal fuente de energía del ecosistema.

Esta concepción reafirma la idea de que cualquier cosa que ocurra en cualquiera de los límites propuestos o en cualquiera de sus partes o componentes tróficos puede afectar significativamente al resto de sus componentes. De hecho la organización del ecosistema esta dada por los componentes abióticos-bióticos y las interacciones específicas con los agentes forzantes. Un cambio en estos y/o la ocurrencia de perturbaciones naturales o antrópicas, generan modificaciones en la organización del ecosistema. Lo anterior permite establecer que la biodiversidad del humedal depende de la estructura y función del ecosistema acuático, y por ende una modificación en los factores que lo regulan, conlleva necesariamente ha cambios en la composición de especies.

A continuación se detallan algunos aspectos relevantes de las características del humedal.

4.1 Clima.

Según la clasificación de Köeppen para el clima, el área del río Cruces se encuentra en dos de los cuatro tipos climáticos que se distinguen en la Región de Los Lagos. En la denominada “Cuenca o depresión de San José” al costado del cordón occidental de la cordillera de la costa, se ubica el tipo climático templado cálido, con menos de cuatro meses secos (extremo Norte) y mientras que en el extremo sur se encuentra el tipo templado lluvioso con influencia mediterránea (Subiabre & Rojas 1994), lo que genera

variaciones en las temperaturas y precipitaciones a lo largo del humedal, siendo el extremo sur mas lluvioso y calido que el norte (Hubber 1995).

En las cercanias de valdivia (e.g. extremo sur) se hace clara la evidencia de la influencia oceánica, registrándose precipitaciones superiores a los 2000 mm anuales. Según Hajek & Di Castri (1975) y Di Castri & Hajek (1976) se puede apreciar en esta zona un régimen pluviométrico que presenta concentraciones de lluvias en invierno y ausencia de un periodo completamente seco en verano.

En la Figura 3. se aprecia la pluviometría registrada entre el 2001 y el 2004 en la ciudad de Valdivia, apreciándose la ausencia casi total de una temporada seca, como lo expone Hajek & Di Castri (1975) y Di Castri & Hajek (1976).

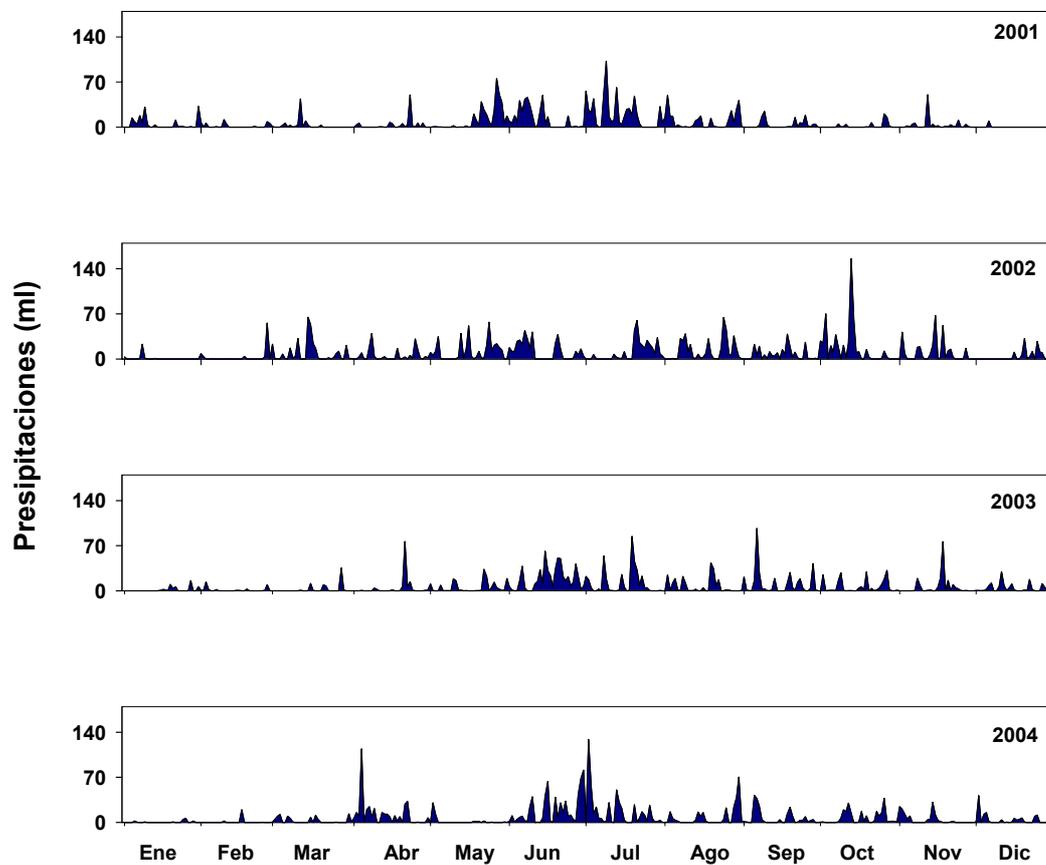
Las precipitaciones alcanzan un promedio de 2500 mm al año aproximadamente, siendo el mes de Junio el que registra la mayor cantidad de agua caída al día (en promedio 19 mm de agua por día), pero la mayor intensidad de precipitaciones se registra en el mes de Julio con un promedio de 226 mm al mes. Por el contrario, el mes más seco se registra en Febrero con un promedio de 29,7 mm de agua caída al mes.

Según Hubber (1995), las precipitaciones de la zona son de origen ciclónico o frontal, registrándose una precipitación máxima de 155.7mm en 24 horas. Las lluvias por lo general van acompañadas por vientos con dirección norte, el cual aumenta de intensidad entre mayo y agosto. En total, llueven un promedio de 198 días al año.

En cuanto a las temperaturas promedio en el extremo sur del humedal, (i.e. Valdivia) estas bordean los 12.0 ° C, siendo el mes de julio el mas frío (promedio 7.8 ° C) y enero el mas calido (promedio 16.9 ° C), mientras que en el extremo norte del humedal (i.e. Pichoy) el promedio es de 11.0 ° C, siendo el mes de Julio el mas frío (promedio 6,9 ° C) y Enero el mas calido 15,9 ° C.

En cuanto a la humedad relativa del aire en el extremo sur del humedal, el promedio anual para la zona es de 82%, con un mínimo de 72% en los meses de Enero y Febrero y un máximo de 88% en Mayo (Hubber 1995). Esto se debe a que existe una fuerte influencia del mar, lo cual se acrecienta con la alta evapotranspiración, la alta pluviosidad y el régimen térmico local.

Figura 3. Precipitaciones diarias en ml. registradas en el campus de Isla Teja de la Universidad Austral de Chile entre el 2001 y el 2004.



4.2. Características hidrológicas y calidad de las aguas.

El régimen hidrológico de este río es pluvial, es decir, el recurso proviene de las lluvias que caen durante el invierno, esta característica se asocia a que la Cordillera de los Andes presenta poca altura en la Región de la Araucanía, lo que permite una abundante acumulación de nieve.

Como ya se ha mencionado, el río Cruces tiene un desarrollo total de 125 km en dirección NE a SW y nace con el nombre de San José Copihuelpi, producto de la unión de varios esteros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén (DGA, 2004). Drena una superficie de 3.233 km², baña a su paso la ciudad de San José de Mariquina y toma el nombre de Cruces al pasar por el caserío homónimo. En los últimos 20 km, este se abre y se ensancha para formar el humedal del río Cruces.

Este humedal en sí, se caracteriza hidrológicamente por presentar gran cantidad de tributarios, zonas de inundación estacional o permanente en las riberas y presentar un régimen netamente pluvial (CONAF 1999). Gómez en el 2004, clasifica a este humedal como del tipo ribereño y palustre con influencia estuarina basándose en la clasificación de la convención RAMSAR para Humedales. La clasificación como estuario se debe al hecho que este ambiente presenta un marcado régimen de mareas (e.g. entre el sector de San Luis de Alba y la desembocadura al Río Valdivia) el cual genera un retroceso del curso normal del cuerpo de agua, estancando y mezclando su contenido con las aguas provenientes de sus afluentes y de los bañados circundantes. Esta mezcla se acrecienta producto de las condiciones geográficas y climáticas que imperan en el humedal.

La hidrología del lugar es altamente compleja, lo que tiene directa ingerencia en las características físico-químicos del ambiente (i.e. en cuanto a la disponibilidad de oxígeno y nutrientes entre otros).

Físicamente, el humedal del río Cruces puede ser conceptualizado como una mezcla entre cuerpos de agua con características lóxicas y extensas zonas con características lénticas, las cuales a su vez presentan un marcado régimen de mareas, provocando una constante mezcla de los sistemas. Está confinado a un espacio con volumen finito (tiene límites definidos) y continuo (no hay barreras entre los componentes), por lo que existe un flujo de materiales y energía ininterrumpido. Existe además aportes de los distintos afluentes (Tributario 1, 2...n-1 hasta n) que aportan agua dulce con distinta intensidad.

Este sistema finaliza en el río Valdivia, lugar en el cual probablemente exista cierta influencia marina, dependiendo del caudal y/o de agentes forzantes gravitacionales. Los límites laterales están determinados por los bordes terrestres de toda la cuenca inundada, los cuales son rígidos. A pesar de esto, existe una alta variabilidad cuando el caudal aumenta en respuesta al patrón pluviométrico local/regional, variando la cobertura del área hasta en 6 metros en ciertos lugares, lo que da como resultado diversas inundaciones en diferentes escalas temporales.

Bajo esta conceptualización, la variabilidad del caudal sería un forzante físico importante junto con el marcado régimen de mareas que existe en el lugar, los cuales en su conjunto, pueden regular los procesos biológicos, químicos, biogeoquímicos e hidrodinámicos que ocurren en el sistema.

El sistema físico pasa de procesos que ocurren en una escala espacial 1D (i.e., longitudinalmente), como es el aporte hídrico del cauce principal y de los tributarios, a procesos que están ocurriendo en dos dimensiones 2D i.e., tanto longitudinalmente como transversalmente con el aporte de vegas y lagunas, para finalizar con procesos a una escala espacial 3D e.g., longitudinal, transversal y vertical, producto del régimen mareal y de las constantes inundaciones.

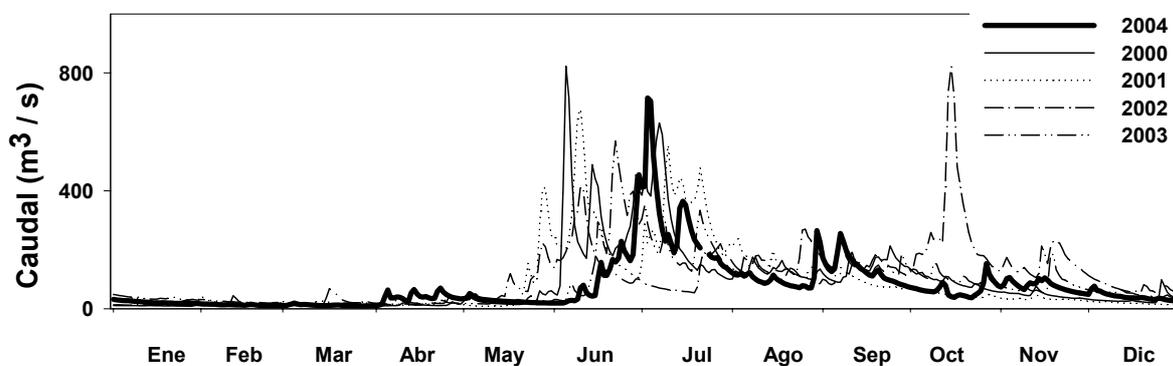
Considerando que el humedal en su extremo terminal se conecta con otro cuerpo de agua, con dinámica propia, de mayor profundidad y diferentes contenidos de sales

debido a la influencia que provoca su conexión con aguas de origen marino (río Valdivia), se puede provocar la existencia de un gradiente salino en el interior del humedal que podría generar diferencias en las características fisicoquímicas de su porción terminal.

El caudal promedio medido en la estación hidrológica de la Dirección General de Aguas (DGA) en el sector de Rucaco entre el año 2000 y 2005 fue de $90,128 \text{ m}^3/\text{s}$, con un caudal máximo de $822 \text{ m}^3/\text{s}$ y un mínimo de $4,069 \text{ m}^3/\text{s}$. (Fuente DGA).

Este río presenta una alta variación anual de caudal (ver figura 4), la que puede ser favorable para la dilución en el invierno, pero desfavorable por la cantidad de sedimentos que puede arrastrar (Campos 1995).

Figura 4. Variabilidad mensual del caudal del río cruces a la altura de Rucado, entre el 2000 y el 2004. (Fuente DGA.).



En cuanto a las características físico químicas del agua, se puede observar que existen grandes diferencias entre las estaciones de invierno y verano. Según Campos 1996, la temperatura del agua dentro del humedal varía entre 8.5° C en invierno y 25° C en el verano. En cuanto a la transparencia y turbidez hasta antes del 2004 se apreciaba que estos parámetros eran mayores en la temporada invernal debido a la gran cantidad de material en suspensión producto de las riadas (Campos 1996). Posteriormente a los eventos acontecidos en el año 2004, la situación se ha invertido, presentándose un aumento de la coloración durante los meses estivales (Figura 5a y b).

Diversos estudios han sido realizados por investigadores de la Universidad Austral de Chile con el fin de determinar el origen y composición de esta coloración atípica de las aguas, las cuales han arrojado como resultado que se trataría de flóculos, compuestos aparentemente de sulfato, que aglutinan los compuestos disueltos en el agua (Jaramillo et al, datos no publicados). El origen de estos eventos está altamente relacionado con los cambios en la calidad de las aguas generadas por la puesta en marcha de la planta Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución, río arriba del humedal (UACH-CONAMA 2005). Por otro lado, esta coloración se acrecentaría producto de la ausencia de la cobertura vegetal.

Figura 5. a) Coloración marrón del agua en el canal mareal Cau – Cau, proveniente del rio Cruces y con direccion hacia el rio Calle Calle y Valdivia (Gentileza Edo. Jaramillo). b) fotografia aerea y difundida en la prensa que muestra la coloracion marron proveniente del humedal en el rio Calle Calle y Valdivia.



En cuanto al análisis químico de la calidad de las aguas en el humedal, se observa también fuertes fluctuaciones entre invierno y verano. Por ejemplo, el pH según Campos (1996) es de 6.7, siendo más bajo en el invierno (pH 6.0) y tendiendo a la alcalinidad en el verano (pH 9.0), esto debido al aumento de bicarbonato – carbonato en las aguas. Durante el verano del 2005, el pH registrado en el cabezal del humedal (e.g. San Luis del Alba) fue de 7.14, lo cual es bajo al compararlo con los valores registrados por Campos (1996). Esto puede deberse a que las mediciones antes del 2004, hayan sido realizadas en otra zona del humedal.

En cuanto al oxígeno, las mayores concentraciones se detectan en invierno (entre 10.2 – 10.64 mg/l), debido al aumento de la solubilidad generadas por la baja de la temperatura y del movimiento de las aguas. Mientras que en el verano estas varían entre 8.6 – 10.6 mg/l) producto de la mayor demanda bioquímica y química de este elemento, el que es utilizado en la descomposición de la materia orgánica. Al igual que para el pH, el oxígeno disuelto registrado durante el verano del 2005 en el cabezal del humedal fue menor que el registrado por Campos (1996), el cual fue de 7.429 mg/l.

Las concentraciones de fósforo total, según Campos (1996) eran bajas hasta antes del 2004. Las concentraciones registradas en el cabezal del humedal durante el verano del 2005 fueron de 0.045 mg/l.

Por el contrario, las concentraciones de nitrógeno eran extremadamente altas, superando los 200 µg/l para aguas naturales limpias y muy altas en comparación con los ríos de la zona (Campos 1996). En el verano del 2005 en San Luis del Alba se registraron valores de 0.26 mg/l lo que concuerda con Campos (1996).

Por otra parte existía una alta concentración de solventes orgánicos clorados, en especial 1,1,2,2-tetracloro etano, mientras que aceites y grasas poseían valores altos (CONAF 1999).

Los electrolitos, hasta antes del 2004, aumentaban hacia la conjunción entre el río Cruces y el Valdivia, aparentemente producto de un fuerte ingreso de aguas saladas por el sur, lo que podría ser explicado por la influencia de marea. Los valores registrados variaban entre 1.5 y 4.45 ppm (CONAF 1999).

En cuanto a la profundidad del humedal esta varía entre 4 m y 8 m, siendo las mayores profundidades aquellas registradas en el sector sur del humedal con un máximo de 14 m (sector Cabo Blanco), esto permite el libre tránsito de barcos de gran calado por el cauce principal entre la conjunción del río Valdivia por el Sur hasta el sector de Punucapa. (ver Figura 6)

Figura 6. Embarcación mayor atravesando el humedal a la altura del canal mareal Cau Cau.



En los bañados, la profundidad es de 2 m, presentando variaciones significativas en sus niveles según la estación.). El aumento del caudal registrado en invierno eleva alrededor de un metro la media (Schlatter & Mansilla 1998). La marea aparentemente fluctúa entre 0.6 m a 1.2 m con máximos de hasta 1.8 m de acuerdo a resultados preliminares (CONAF 1999).

A pesar de toda esta información existente, es evidente que las características fisicoquímicas alteradas a partir del 2004, han generado condiciones anómalas y nuevas al interior del humedal. De hecho se ha registrado recientemente fuertes variaciones de un año a otro, producto quizás de un aumento de los procesos de erosión de los fondos, situación que puede estar siendo maximizada por la inexistencia de la cobertura vegetal que mantenía y atrapaba los sedimentos en el fondo (observaciones personales de Guardafaunas R. Rosas y L. Miranda).

A pesar de esto, no existen datos públicos de las condiciones actuales, y solo existe información continua de las condiciones en el cabezal del humedal, la cual tiene características hídricas distintas a las del centro de este.

4.3. Características geológicas, geomorfológicas y del suelo.

El humedal está inserto en una depresión tectónica, denominada de San José, que separa los relieves oriental y occidental de la Cordillera de la Costa (Gómez 2004). La geología del área, está dominada por los depósitos sedimentarios, siendo desde el terciario, lugar de depósito de sedimentos marinos. Luego, en el cuaternario, se depositaron sedimentos continentales compuestos por materiales detríticos, principalmente aluvionales y fluvio-glaciares, además de canchales e intercalaciones de barro de sedimentos marinos y aguas salobres. Alrededor de esta área, formando parte de la cordillera de la costa, se encuentra el complejo de rocas metamórficas del paleozoico, constituido por esquistos micáceos (Subiabre & Rojas 1994). El lecho del río está formado por restos de postglacial marino sobre turba postglacial (Schlatter 1992).

Geomorfológicamente, presenta zonas planas, con terrenos inundados permanentemente, además de vegas con inundación temporal. Además, existen rípios del pleistoceno y terrazas que en pequeñas proporciones están insertos en menor escala en el humedal (Illies 1970), pero se acrecientan hacia el resto de la depresión de San José (Morales & Varela 1985).

Topográficamente, esta depresión se cierra al nor-este, en lo que se denomina la angostura de Loncoche (CONAF 1999). Hacia el este, se comunica con la cuenca de la depresión intermedia a través de los valles de los ríos Puralon y Calle-Calle. Hacia el oeste, se comunica con el océano Pacífico, a través del complejo hidrográfico de los ríos Cruces-Calle-Calle- Valdivia y Angachilla-Futa-Tornagaleones (IREN 1974).

Hay dos tipos predominantes de suelos; aquellos desarrollados a partir de ceniza volcánica sobre el complejo metamórfico de la costa, los cuales se caracterizan por ser de color rojo arcilloso. Estos están alternados con los suelos arcillosos metamórficos en las proximidades de la Isla Teja y al sur del Río Pichoy (IREN 1978).

El otro tipo de suelo lo constituyen aquellos denominados "Cancagua" los que están formados por cenizas volcánicas sobre planos fluvio-glaciales y fluvio-marinos en la depresión de San José (IREN 1978).

En cuanto a la geoquímica de los suelos del humedal, estos hasta antes del 2004, presentaban una alta acumulación de compuestos fosforados y nitrogenados. Los metales pesados como el cobalto, cobre y cromo se presentaban en concentraciones relativamente altas, registrándose concentraciones casi en el límite admisible de los sedimentos considerados limpios (i.e. 25 ug/g). El manganeso estaba presente en concentraciones superiores a los 300 ug/g.

Durante el 2004, se registraron altas concentraciones de hierro y el manganeso en los sedimentos del humedal. Estas concentraciones fluctuaron entre 42196.57 y 1170.70 mg / kg, respectivamente (UACH-CONAMA 2005). Al comparar con las concentraciones

obtenidas en los ríos Calle-Calle y Valdivia (28916.67 mg / kg para el Hierro y 325.67 mg / kg para el Manganeso) con las del Humedal se detectaron diferencias significativas entre ellas. Por otro lado al comparar las concentraciones de metales pesados del humedal con otros estudios anteriores en los ríos Calle-Calle, Valdivia, Cau-Cau y Bahía de Corral, las del humedal fueron mas altas (UACH-CONAMA 2005).

Antes del 2004, también se registraban altas concentraciones de pesticidas órgano clorados, siendo el mas común el heptacloro, lindano, hepalor + H epoxido, ddt totales. Durante el 2005, los AOX fueron detectados a niveles traza en los sedimentos dentro del humedal, y se detectaron trazas de ftalatos, α -pineno y α -cubebeno y un compuesto asignado a tributil fosfato (TBF) en los sedimentos del Santuario (UACH-CONAMA 2005).

4.4. Fitoplancton.

En los sistemas acuáticos, tanto lénticos como lóticos, interactúan factores bióticos y abióticos los cuales en conjunto llevan a cabo la dinámica del sistema, dentro de los componentes bióticos se encuentran los organismos pertenecientes al fitoplancton.

Estos organismos están integrados en un grupo mayor denominado plancton. El plancton esta formado por un componente animal (zooplancton) y por otra vegetal (fitoplancton) caracterizándose por ser organismos microscópicos. Estos organismos se encuentran suspendidos en la columna de agua y son movidos por la acción del viento y la corriente, por lo tanto, el fitoplancton correspondería a la parte vegetal acuática microscópica, es decir, son microalgas las cuales son comparables con la parte vegetal terrestre.

Estos organismos presentan una importancia relevante para los sistema acuáticos ya que son los productores primarios y por lo tanto la base de la cadena alimenticia.

A pesar de esto, existe una baja información de la composición del fitoplancton en el humedal del río Cruces y solo durante la temporada estival del 2005 se realizó un estudio sobre la abundancia y composición de especies del fitoplancton.

Basicamente se puede decir que el fitoplancton del humedal esta compuesto por Diatomeas de la clase Bacillariophyceae. En el sector interior intermedio del humedal, *Aulacoseira ambigua* fue la especie mas relevante, seguido de especiemenes de los géneros como *Tabellaria*, *Achnanthes* y *Cymbella*, estos últimos característicos del grupo de diatomeas bentónicas. En los sitios más externos del humedal se mantiene la dominancia de esta clase existiendo un reemplazo con géneros como *Ciclotella* y *Fragillaria*. Las abundancias de las distintas taxas se mencionan en la Tabla 1.

Se desconoce la composición actual de este grupo, asi como la variabilidad estacional que puede presentar.

Tabla 1. Abundancia total y de los principales grupos taxonómicos del fitoplancton presentes en las aguas del Santuario y humedales adyacentes. En paréntesis se entrega el valor porcentual de cada grupo del total. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Total	Bacillariophyceae	Chlorophyceae	Chrysophyceae	Cryptophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	Euglenophyceae
Sector Fuerte San Luis								
29-Dic-2004	10 260 815	7 814 637 (76.16)	1 554 513 (15.15)	547 928 (5.34)	346 816 (3.38)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
03-Ene 2005	5 913 000	3 604 565 (60.96)	1 955 429 (33.07)	217 007 (3.67)	153 738 (2.60)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
05-Ene -2005	14 652 176	11 244 080 (76.74)	1 563 387 (10.67)	1 216 131 (8.30)	738 470 (5.04)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
07-Ene2005	8 869 613	6 562 627 (73.99)	1 260 372 (14.21)	521 533 (5.88)	521 533 (5.88)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
09-Ene-2005	6 521 826	5 082 459 (77.93)	1 390 453 (21.32)	43 044 (0.66)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
13-Ene-2005	6 217 422	4 947 824 (79.58)	1 137 788 (18.30)	0 (0.00)	129 944 (2.09)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
15-Ene-2005	10 174 000	6 946 807 (68.28)	2 691 023 (26.45)	0 (0.00)	520 909 (5.12)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
Sector Santa María								
29-Dic-2004	25 956 583	18 950 901 (73.01)	5 139 403 (19.80)	1 432 803 (5.52)	303 692 (1.17)	129 783 (0.50)	0 (0.00)	0 (0.00)
03-Ene 2005	76 347 778	47 824 248 (62.64)	21 965 256 (28.77)	4 336 554 (5.68)	778 747 (1.02)	824 556 (1.08)	0 (0.00)	0 (0.00)
05-Ene -2005	105 000 000	72 082 500 (68.65)	27 363 000 (26.06)	3 402 000 (3.24)	294 000 (0.28)	1 942 500 (1.85)	0 (0.00)	0 (0.00)
07-Ene2005	69 173 813	55 311 381 (79.96)	10 715 024 (15.49)	2 483 340 (3.59)	608 730 (0.88)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
09-Ene-2005	90 005 799	66 739 300 (74.15)	20 701 334 (23.00)	1 692 109 (1.88)	738 048 (0.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
13-Ene-2005	85 391 421	58 066 166 (68.00)	23 602 189 (27.64)	2 519 047 (2.95)	563 583 (0.66)	0 (0.00)	213 479 (0.25)	0 (0.00)
15-Ene-2005	130 826 000	82 485 793 (63.05)	44 925 648 (34.34)	627 965 (0.48)	627 965 (0.48)	2 014 720 (1.54)	0 (0.00)	0 (0.00)
Sector Cabo Blanco								
29-Dic-2004	224 761 000	155 894 230 (69.36)	64 191 742 (28.56)	2 112 753 (0.94)	1 887 992 (0.84)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
03-Ene 2005	181 904 000	131 807 638 (72.46)	46 094 474 (25.34)	1 418 851 (0.78)	472 950 (0.26)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
05-Ene -2005	252 857 000	191 109 321 (75.58)	55 173 397 (21.82)	2 831 998 (1.12)	3 312 427 (1.31)	0 (0.00)	0 (0.00)	455 143 (0.18)
07-Ene2005	149 523 000	117 495 173 (78.58)	26 689 856 (17.85)	3 319 411 (2.22)	1 031 709 (0.69)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
09-Ene-2005	222 857 000	166 853 036 (74.87)	54 176 537 (24.31)	1 426 285 (0.64)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
13-Ene-2005	221 428 000	126 368 960 (57.07)	86 976 918 (39.28)	5 646 414 (2.55)	1 616 424 (0.73)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
15-Ene-2005	184 761 000	135 836 287 (73.52)	44 416 544 (24.04)	1 459 612 (0.79)	1 459 612 (0.79)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

Continuación Tabla 1.

	Total	Bacillariophyceae	Chlorophyceae	Chrysophyceae	Cryptophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	Euglenophyceae
Canal mareal Cau-Cau								
29-Dic-2004	22 739 200	17 286 340 (76.02)	4 641 071 (20.41)	216 022 (0.95)	475 249 (2.09)	0 (0.00)	86 409 (0.38)	0 (0.00)
03-Ene 2005	291 000 000	191 187 000 (65.70)	93 003 600 (31.96)	3 462 900 (1.19)	2 822 700 (0.97)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
05-Ene -2005	50 869 589	35 837 625 (70.45)	13 627 963 (26.79)	1 042 827 (2.05)	300 131 (0.59)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
07-Ene2005	53 478 189	42 884 160 (80.19)	10 289 204 (19.24)	256 695 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
09-Ene-2005	53 347 799	34 916 134 (65.45)	16 596 500 (31.11)	778 878 (1.46)	256 069 (0.48)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
13-Ene-2005	15 521 599	8 867 490 (57.13)	1 129 972 (7.28)	391 144 (2.52)	217 302 (1.40)	4 912 586 (31.65)	0 (0.00)	0 (0.00)
15-Ene-2005	20 260 810	9 759 632 (48.17)	1 211 596 (5.98)	433 581 (2.14)	650 372 (3.21)	8 128 637 (40.12)	42 548 (0.21)	0 (0.00)
Estuario del río Calle-Calle								
29-Dic-2004	4 362 413	1 881 072 (43.12)	1 622 818 (37.20)	231 644 (5.31)	390 872 (8.96)	202 852 (4.65)	14 396 (0.33)	0 (0.00)
03-Ene 2005	12 913 000	6 426 800 (49.77)	5 481 569 (42.45)	216 938 (1.68)	303 456 (2.35)	1 260 309 (9.76)	86 517 (0.67)	0 (0.00)
05-Ene -2005	15 304 424	7 722 612 (50.46)	5 517 245 (36.05)	85 705 (0.56)	388 732 (2.54)	1 564 112 (10.22)	0 (0.00)	0 (0.00)
07-Ene2005	6 869 379	4 037 821 (58.78)	2 433 134 (35.42)	0 (0.00)	217 072 (3.16)	173 795 (2.53)	0 (0.00)	0 (0.00)
09-Ene-2005	11 868 000	9 114 624 (76.80)	1 737 475 (14.64)	521 005 (4.39)	434 369 (3.66)	0 (0.00)	42 725 (0.36)	0 (0.00)
13-Ene-2005	12 913 000	8 035 760 (62.23)	738 624 (5.72)	86 517 (0.67)	260 843 (2.02)	3 782 218 (29.29)	0 (0.00)	0 (0.00)
15-Ene-2005	22 652 217	11 806 336 (52.12)	1 128 080 (4.98)	1 345 542 (5.94)	561 775 (2.48)	7 737 997 (34.16)	43 039 (0.19)	0 (0.00)

4.5. Macrofitas acuáticas.

Las plantas acuáticas tienen una gran connotación en estos ambientes, principalmente por su capacidad para enfrentar y resistir las diversas condiciones ambientales que en estos se presentan. Por otro lado las plantas acuáticas cumplen un rol estructurador del ecosistema lo que está dado por los efectos limnológicos que generan, y que tienen relación con las condiciones fisicoquímicas que ocurren en el agua y en los sedimentos.

Se conoce que las macrófitas en general cumplen importantes funciones en los ciclos de los nutrientes y en las interacciones de la estructura comunitaria de las diversas especies que se relacionan de una u otra manera con ellas (Jeppesen et al 1998, Ruggiero et al 2003, Mazzeo et al 2003).

La flora del humedal, está compuesta tanto por especies de tipo palustre como acuáticas. La constituyen 80 especies de plantas superiores, distribuidas en 62 generos, 39 familias y 3 clases (Ramirez et al 1991). La clase mas representada corresponde a las Dicotiledoneas) con 49 especies. Esta flora es de las más diversificadas de todos los cuerpos de agua del país (Hauestein et al 1992).

El 67.5% de la vegetación del humedal corresponde a plantas de origen nativo y solo el 32.5% son introducidas, revelando la existencia de cierto grado de intervención antropica en el sitio.

Dominan las especies adaptadas a condiciones de anegamiento estacional variable, siendo la mayor parte de estas plantas aloctonas. Las mas abundantes son las que poseen forma de vida hemcriptofíticas con un 47.5% del área seguidas de las criptofitas.

Hasta antes del 2004, la especie con mayor cobertura era el Luchecillo (*Egeria densa*) (Figura 7), la cual formaba grandes comunidades sumergidas. Pero, durante el año 2004 se produjo una alteración significativa de la calidad de las aguas al interior de este

humedal, afectando por consiguiente los distintos procesos fisicoquímicos que se desarrollan en estos ambientes, lo cual provocó la desaparición de la cobertura vegetal, (en especial de la planta acuática *Egeria densa*).

Figura 7. Vista general del complejo florístico de la planta acuática *Egeria densa* (Luchecillo). Imagen obtenida en el río Valdivia durante el verano del 2006.



Esta planta es una planta superior, con flores (Angiosperma), perteneciente a la Clase Monocotiledóneas (Liliopsida) y a la Familia Hydrocharitaceae, esta última formada casi exclusivamente por plantas acuáticas (Cook 1998). Es aloctona, o sea es una planta introducida, originaria del Sur de Brasil y Norte de Argentina (Saint John 1961) y fue detectada por primera vez en los ríos de la zona a comienzos del siglo pasado (Castillo & Dey 1908 en UACH-CONAMA 2005).

Se comporta en el sur de Chile como una maleza muy agresiva (Matthei 1995), que invadió los bañados del río Cruces y humedales adyacentes que fueron formados por el terremoto de 1960.

Hasta hace poco, en determinados lugares del Santuario, *Egeria densa* cubría grandes extensiones lo que afectaba la navegación en los bañados (Ramírez et al. 1991, Campos 1996).

En nuestro país, esta planta no se reproduce sexualmente, por lo que no forman frutos, ni semillas. Tiene una alta capacidad de reproducción vegetativa pudiendo originarse a partir de trozos que flotan a la deriva. Esta deriva se acrecentaba tanto por la acción de los animales que se alimentaban de ella, cortando trozos que quedaba a la deriva, como por los lugareños que limpiaban los canales para la navegación.

Cualquier trozo de tallo con hojas puede generar una nueva planta, que forma raíces. Este comportamiento reproductivo facilita el cultivo de esta planta en acuarios y la fácil repoblación en lugares donde no se encuentra o haya desaparecido (Hauenstein & Ramírez 1986).

Como planta acuática sumergida y arraigada al sustrato, *Egeria densa* necesita ambientes dulceacuícolas lénticos y someros, con sustratos sedimentarios fangoso y aguas eutroficadas (Ramírez et al. 1979).

Hasta antes del 2004, la comunidad de Luchecillo ocupaba aproximadamente 23 km² dentro del humedal (UACH-CONAMA 2005), superando en extensión a la Totora (*Scirpus californicus*). Debido a su alto contenido de agua, la biomasa de esta planta alcanzaba a 131 g/m². Es decir, la biomasa total de *Egeria densa* en el humedal era aproximadamente 3.013.000 kilos de peso seco (San Martín et al. 2000).

Después del 2004, esta macrofita desapareció del humedal fenómeno que se calcula ocurrió probablemente en un lapso no superior a 6 meses (UACH-CONAMA 2005). Durante noviembre del 2004 se recolectó Luchecillo en 7 lugares dentro del humedal,

donde se solo se detectó la presencia de esta planta en buen estado en la estación ubicada en el río Calle Calle (UACH-CONAMA 2005). La situación con el correr de los meses fue empeorando, y solo se detectó la presencia de esta macrofita en la estación San Martín al interior del humedal (CONAF 2006) (ver figura 8).

Figura 8. Presencia de *Egeria densa* al interior del humedal del río Cruces en el sector de San Martín (Febrero del 2006).



Durante el 2005, se pudo determinar que las plantas recolectadas presentaban una coloración oscura lo cual se debía a la presencia de un mucílago o gel, al que se adherían sedimentos y especialmente microalgas bentónicas (Diatomeas), las que formaban una envoltura en torno a tallos y hojas. La presencia de esta envoltura interfería el paso de la luz, impidiendo que la planta realizara fotosíntesis, lo que se traducían en una disminución en la vitalidad y finalmente le causaba la muerte (UACH-CONAMA 2005).

Los análisis de metales pesados indicaron que el hierro y el manganeso fueron los dos metales con las concentraciones más altas en la planta, siendo las concentraciones promedios significativamente más altas en las plantas recolectadas en el humedal (30958.95 y 9034.79 mg / kg, respectivamente; n=19 para ambos metales) que en aquellas recolectadas en el río Calle-Calle y Valdivia (9761.00 y 4252.67 mg / kg, respectivamente; n=3) (ANDEVA, F=21.04 y P=0.000 y F=6.54 y P=0.019 para Hierro y Manganeso, respectivamente) (UCh-CONAMA 2005). Por otro lado, tanto en el verano del 2005 como en el verano del 2006, se llevaron a cabo experimentos para determinar la tasa de crecimiento de la planta (Figura 9)

Figura 9. Tamaño de las frondas experimentales (1a) y de la unidad experimental (1b) ubicadas al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del Río Cruces y en el Río Calle Calle.

1a



1b



Durante el 2006, estos experimentos arrojaron resultados similares a los del 2005, osea la disminución de la tasa de crecimiento en las zonas del humedal donde existia una coloracion atipica de las aguas. Las tasas de crecimiento se presentan en la tabla 2. (CONAF 2006)

Tabla 2. Mediciones en cm de las distintas unidades experimentales de Egeria densa en las zonas de estudio. elim.: eliminadas por que se dividieron accidentalmente.

	Dia 0	Dia 7	Dia 14	Dia 24
Calle Calle				
1	12	14	18	18,9
2	12	13,5	17,5	19
3	12	14,6	18,7	26
4	12	15,9	Elim	elim.
5	12	17,5	Elim	elim.
Punucapa				
1	12	16,1	17,9	22
2	12	15	15,5	15,8
3	12	15	14,5	Muerta
4	12	14,9	14,5	Muerta
5	12	15,5	14	Muerta
San Martin				
1	12	22	26,5	32
2	12	21,5	22,3	25
3	12	25,2	25,7	31
4	12	17,5	25	elim.
5	12	16,9	22	26
San Luis				
1	12	21,5	24,2	35
2	12	14,9	21	33
3	12	22,4	25,5	34
4	12	17,8	20	24,5
5	12	20	Elim	elim.
Cudico				
1	12	13,2	13,5	13,8
2	12	16,2	17	17,5
3	12	16,5	16,8	16,9
4	12	15,6	16	16,8
5	12	15,1	Muerta	Muerta

Durante el mes de Febrero del 2006 tambien se realizó una prospección de presencia o ausencia de otras especies vegetales que potencialmente podrían estar ocupando el nicho abandonado por la planta *Egeria densa*, constatándose la presencia de un alga filamentosa Clorophyceae, del género Spirogyra. No se descarta la presencia de otras especies de los géneros Oedogonium, Chara y Nitella las que en su conjunto forman una asociación típica de algas en nuestro país.

Esto por consiguiente permite indicar que si bien, *Egeria densa* es una planta altamente invasiva, durante el año 2005 y en lo que va corrido del 2006 solo se han detectado leves intentos de recuperación por parte de esta planta, fenomeno que solo podrá ocurrir una vez que las condiciones ambientales lo permitan.

Por otro lado, esto nos permite decir que las condiciones ambientales del humedal son similares a las existentes en el 2005, osea despues de la alteracion en la calidad de las aguas ocurridas durante el 2004 .

4.6. Fauna Silvestre.

Una de las cxarakteristicas de los ambientes acuaticos, es su gran productividad primaria, lo que pemite mantener en el tiempo una gran variedad de especies animales. En el humedal del rio Cruces, la colonización por parte de plantas acuaticas y palustres, ha servido desde sus origenes, como alimento y refugio a muchas especies animales, tanto de herviros como carnivoros, los que se han establecido con éxito dentro de los limites del humedal. Dentro de estos, se ha detectado la presencia de un total de 166 especies de vertebrados (e.g. 20 mamiferos, 119 aves, 8 anfibios, 19 espeies de peces) de las cuales 25 tienen problemas de conservación.

De estas 4 estan en peligro de extinción (e.g. el Huillin (*Lontra provocax*), la Guiña (*Felis guigna*), el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscorba*) y el Cuervo del Pantano (*Plegadis Chihi*). Otras 14 especies son consideradas vulnerables, por lo que se hace imperioso estudiar detalladamente los efectos que pueden generar en la fauna los

cambios ambientales acontecidos durante el 2004 y generar líneas de acción que permitan la restauración de las funciones ecológicas del humedal. A continuación se presentan antecedentes del conocimiento de las distintas comunidades del humedal.

4.6.1 Invertebrados.

A pesar de la gran importancia que poseen los insectos acuáticos y los crustáceos en la cadena alimenticia, estos son grupos muy pocos estudiados dentro del humedal. Entre los insectos se destacan los dípteros de la familia Chironomidae por su abundancia, las cuales sirven de alimento, a una variada gama de aves insectívoras (Ruiz 1993). Es importante mencionar la presencia de dos especies de decapados de agua dulce que se encuentran en algunas áreas (e.g. la pancora (*Aegla abtao*) y el camarón de río (*Samastacus spiffrons*)). Los únicos estudios que muestran la composición faunística y la abundancia de invertebrados en el humedal son los realizados durante el año 2005.

Los invertebrados bentónicos son a menudo utilizados como indicadores biológicos del estado de salud ambiental de esos cuerpos acuáticos, debido a que son capaces de modificar las características físicas del sustrato (vía peletización y consecuente aumento de la porosidad del sedimento), responder a cambios ambientales (como por ejemplo, enriquecimiento orgánico del fondo) y acumular tóxicos en sus tejidos corporales, (cf. Roads & Boyer, 1982). Por otra parte estos organismos son considerados una herramienta eficaz para evaluar cambios ambientales, ya sean estos naturales o de origen antropogénico. De ahí que es importante conocer la variabilidad espacio-temporal de estos organismos

La Tabla 3 muestra la abundancia de los distintos grupos de invertebrados bentónicos, la abundancia total de los mismos y el número total de taxas, encontrados en los fondos sedimentarios submareales del Santuario, tributarios y humedales adyacentes en Enero del 2005. El número más alto de taxa (8) se registró en los sectores de Punucapa (estación 11) y Cabo Blanco (estación 12), en tanto que el más bajo ocurrió en el Estero Tambillo (estación 9). Los valores más altos de abundancia total se registraron en Cabo

Blanco (estación 12) y los más bajos en Cayumapu (estación 6) (6022.2 y 244.4 ind/m², respectivamente). Los invertebrados numéricamente dominantes en todas las estaciones de muestreo fueron oligoquetos de la familia Tubificidae.

Tabla 3. Abundancia (ind / m²) en los fondos sedimentarios del Santuario de la Naturaleza y humedales adyacentes. Los valores son promedios (n=2) con la desviación estándar en parentesis. G=Gastropoda y B=Bivalvia.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6	Estación 7
POLYCHAETA							
<i>Perinereis gualpensis</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Prionospio (M) patagonica</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
HIRUDINEA	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
OLIGOCHAETA							
<i>Nais pardales</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Naididae	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Tubificidae	444.4 (62.9)	1044.4 (157.1)	711.1 (440.0)	466.7 (31.4)	288.9 (157.1)	111.1 (157.1)	511.1 (471.4)
TURBELARIA	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	44.4 (62.9)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	88.9 (125.7)
MOLLUSCA							
<i>Biomphalaria chilensis</i> (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Chilina ovalis</i> (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Ancylus</i> sp. (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Littoridina</i> sp. (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Sphaeridae (B)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
INSECTA							
Chironomidae	66.7 (31.4)	511.1 (94.3)	155.6 (31.4)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Hydroptilidae	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	44.4 (0.0)	177.8 (125.7)	0.0 (0.0)	88.9 (0.0)	0.0 (0.0)
Collembola	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)
Trichoptera	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Zigoptera	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
CHELICERATA							
Acari	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	44.4 (62.9)	0.0 (0.0)
Abundancia total	555.6 (31.4)	1577.8 (94.3)	1022.2 (314.3)	688.9 (157.1)	333.3 (157.1)	244.4 (220.0)	622.2 (565.7)
N° taxa total	4	3	7	4	3	3	3

Continuación Tabla 3

	Estación 8	Estación 9	Estación 10	Estación 11	Estación 12	Estación 13	Estación 14
POLYCHAETA							
<i>Perinereis gualpensis</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	88.9 (62.9)	44.4 (62.9)	333.3 (157.1)
<i>Prionospio (M) patagonica</i>	111.1 (157.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	177.8 (62.9)	200.0 (94.3)	444.4 (62.9)
HIRUDINEA	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
OLIGOCHAETA							
<i>Nais pardales</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Naididae	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	66.7 (94.3)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Tubificidae	1755.6 (848.5)	400.0 (251.4)	911.1 (220.0)	1488.9 (974.2)	3688.9 (2262.7)	1666.7 (1602.8)	2311.1 (1697.1)
TURBELARIA	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	488.9 (628.5)	800.0 (1131.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
MOLLUSCA							
<i>Biomphalaria chilensis</i> (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Chilina ovalis</i> (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	111.1 (157.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Ancylus</i> sp. (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Littoridina</i> sp. (G)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)
Sphaeridae (B)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
INSECTA							
Chironomidae	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	44.4 (62.9)	311.1 (188.6)	44.4 (62.9)	200.0 (282.8)
Hydroptilidae	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	44.4 (62.9)	66.7 (94.3)	888.9 (1068.5)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)
Collembola	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Trichoptera	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Zigoptera	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	22.2 (31.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
CHELICERATA							
Acari	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	44.4 (62.9)	0.0 (0.0)	44.4 (62.9)
Abundancia total	1888.9 (1037.1)	422.2 (220.0)	977.8 (251.4)	2311.1 (62.9)	6022.2 (220.0)	2000.0 (1634.2)	3333.3 (2137.0)
N° taxa total	3	2	3	8	8	6	5

4.6.2 Ictiofauna.

La abundancia y riqueza de especies de peces es un adecuado indicador de la calidad ambiental de los cuerpos de agua. Los peces constituyen un grupo animal de indiscutible relevancia, en cualquier cuerpo de agua que habiten, ya sea porque son depredadores, presas u otro eslabón de la cadena trófica, o porque su presencia, abundancia u otra característica signifiquen algún rasgo distintivo para determinados ambientes. Por otro lado los peces suelen ser considerados como indicadores de normalidad/anormalidad de las condiciones ambientales del habitat.

La fauna ictica del humedal contiene 12 especies vulnerables autoctonas, todas con problemas de conservación y consirderas en la categoría vulnerables (ej. *Galaxias maculatus*, *Georia australis*, *Percilia gillisi*, *Percichthys trucha*), siete especies introducidas, resaltando por su bundacia las Carpas (*Cyprinus carpio*) y las truchas (*Salmo* sp).

Un estudio realizado por Campos (1995), detecto la presencia de 2 nuevas especies en el humedal (e.g. Tollo (*Galaxia platei*) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss*)).

Durante el 2005, se evaluó la composición taxonómica, abundancia relativa y estructuras poblacionales de la ictiofauna del río Cruces aguas arriba del humedal. Esto arrojó como resultados que la composición ictica estuvo representada por 13 especies (tabla 4) concluyendose que un porcentaje importante de los peces capturados en los muestreos eran juveniles.

Por lo tanto, se desconoce la situación actual de los peces al interior del humedal, lo cual es extremadamente preocupante si consideramos que en ciertas areas de este, existe parte de la poblacion que se alimenta de ellos cotidianamente.

Tabla 4. Lista de las especies de peces y vertebrados afines (lamprea) recolectados en las riberas del río Cruces, aguas arriba del Santuario.

Nombre científico	Nombre común
<i>Diplomystes chilensis</i> (Molina, 1782)	Tollo, tollo de agua dulce, bagre.
<i>Trichomycterus areolatus</i> Valenciennes, 1848	Bagre de agua dulce.
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Trucha, trucha de lago (*)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Trucha arco iris, trucha cabeza de acero (**)
<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	Puye, puye común
<i>Galaxias platei</i> Steindachner, 1898	Puye, puye grande
<i>Brachygalaxias bullocki</i> (Regan, 1908)	Puye de Bullock
<i>Cauque mauleanum</i> (Steindachner, 1896)	Cauque
<i>Cheirodon australe</i> Eigenmann, 1927	Pocha, pochita
<i>Cheirodon galusdae</i> Eigenmann, 1927	Pocha
<i>Basilichthys australis</i> Eigenmann, 1927	Pejerrey, pejerrey cauque
<i>Gambusia affinis holbrooki</i> (Girard, 1859)	Gambusia, pez mosquito
<i>Percichthys trucha</i> (Valenciennes, 1833)	Trucha, trucha chilena, trucha criolla
<i>Geotria australis</i> Gray, 1851	Lamprea de bolsa, lamprea de agua dulce.

4.6.3 Anfibios y Reptiles.

La fauna de anfibios que se encuentra en el humedal y sus alrededores, esta compuesta por 8 especies de anuros, de los cuales destacan la rana grande o chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) y la especie *Hylorina sylvatica* (CONAF 1993), no existen mayores antecedentes sobre este grupo de animales en el humedal.

4.6.4 Aves.

Sin duda este es el grupo mejor conocido de la fauna que habita el humedal. Se han registrado un total de 119 especies de aves que dependen directa o indirectamente de este y de sus zonas aledañas. Según Schlatter & Simeone (1995) el 75% de las especies registradas son residentes, el 17% son visitantes y las restantes son especies ocasionales o accidentales.

En relacion a los recursos alimenticios, hasta antes del 2004, habian 45 especies de aves que se alimentaban de diferentes tipos de plantas, dominando el paisaje aquellas que se alimentaban de plantas acuaticas sumergidas.

Lamentablemente durante el año 2004, producto de la alteración de la calidad de las aguas y la desaparición de la cobertura vegetal acuática, se produjo un aumento en la migracion y mortalidad de las especies más abundantes del humedal.

A diferencia de lo acontecido para otros componentes del ecosistemas (sean estos bioticos o abioticos), para el caso de las aves se cuenta con información relevante sobre la riqueza de especies y su abundancia, asi como de ciertas conductas a lo largo del tiempo.

De hehco, la CONAF lleva a cabo censos de la comunidad de aves desde 1982, con mejoras sustanciales en su metodología desde 1987. Existen diversos analisis tanto a nivel de la ecologia de comunidades como de la ecologia de las poblaciones del area, por lo que a continuación se resumen algunos de los principales conocimientos existentes.

4.6.4.1 Estudios del ensamble de aves.

Las comunidades biológicas son conjuntos de especies que coexisten espacial y temporalmente, y que interactúan potencialmente entre ellas. La ecología de comunidades, como disciplina científica, está interesada en la identificación de los patrones que caracterizan a estos ensambles de especies y en la comprensión de los procesos que los generan. Existen muy pocos estudios que aborden desde este punto de vista la comunidad de aves al interior del humedal, y básicamente se han centrado en destacar el número de especies en el tiempo, como un mero inventario mensual de este, sin hacer mayores análisis sobre esta información (ver CONAF 2006).

Un estudio relevante al interior del Humedal fue el realizado en 1978 por Morales & Varela (1985). En este se hace una cuantificación mensual de la avifauna del Humedal, observándose 58 especies aproximadamente, llamando la atención la baja cantidad de Cisnes (Max. 737 y Min. 6).

Quizas el estudio mas completo de este tipo fue el realizado en el estudio UACH-CONAMA del 2005. En este se abordó esta tematica, desde una perspectiva jerárquica de los sistemas dinámicos, analizando las propiedades estadísticas del ensamble de la avifauna. La relevancia de utilizar esta perspectiva radica en su capacidad de sintetizar la complejidad de las dinámicas ecológicas, al aplicar el mismo análisis a diferentes niveles de organización (comunidades, poblaciones) y en distintas escalas temporales (anual, mensual). Esto permite conocer qué propiedades aparecen o desaparecen, al cambiar de nivel o escala de observación, y por lo tanto, es útil para realizar una descripción cuantitativa del estado de una variable ecológica a través del tiempo (Allen & Starr 1982).

En este estudio se registraron 34 especies en el humedal, siendo la Tagua la especie más abundante con un promedio mensual de 10821 individuos (desv.est. 3074), seguida por el Cisne de Cuello Negro con 5286 individuos en promedio (desv.est. 1231).

Para el periodo 1999-2004, el valor de abundancia mínima registrada para ambas especies fue de 3970 y 1729 individuos, respectivamente. Sin embargo, para el 2005, la abundancia de estas especies se redujo en un orden de magnitud alcanzando valores de 640 y 289 individuos durante febrero del 2005.

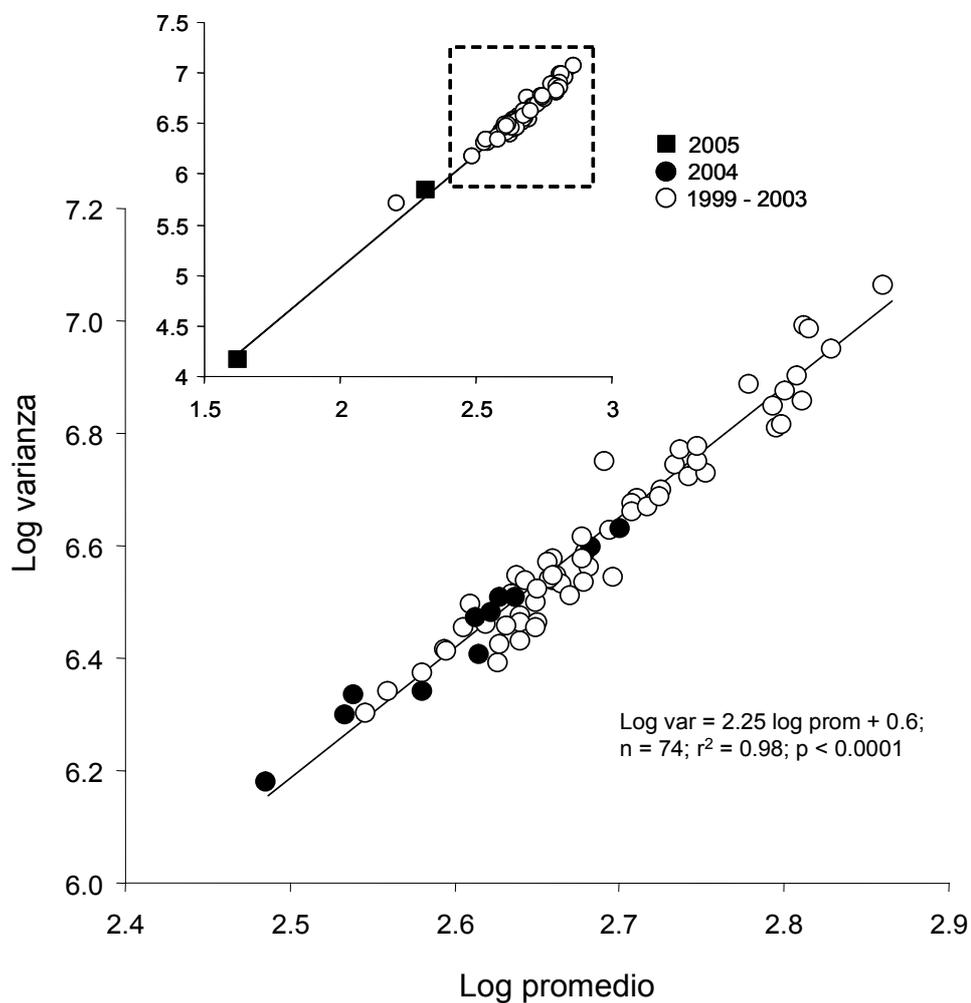
La variabilidad a través del tiempo de la abundancia poblacional de la avifauna del humedal indico que las especies más abundantes (Cisne de Cuello Negro y Taguas) tienen una baja variabilidad temporal, lo cual indica que sus altas abundancias son comunes dentro de este periodo de estudio; de hecho, estas especies han estado presentes a través de todos los periodos de muestreo. En general, son las especies “raras” o con baja ocurrencia las que presentan altos valores de variabilidad temporal, sugiriendose que en algunos periodos pueden estar presentes en alta abundancia poblacional, y en otros periodos completamente ausentes, este es lo que ocurre con aquellas especies que solo entran al humedal para reproducirse o anidar.

A pesar de las fuertes variaciones poblacionales y de diversidad registradas durante el periodo 1999-2005, el ensamble de aves presentó una relación de escalamiento entre el promedio y la varianza de la abundancia ($r^2 = 0.88$). Esta relación (Ley de Taylor), se mantiene al estudiar las variaciones en el número de individuos a través del tiempo, independiente de si la abundancia individual de las especies se agrupa ($r^2 = 0.98$, Figura 10).

Lo anterior sugiere que, a pesar de la fuerte disminución en el número de individuos registrada en el 2005, los valores de abundancia poblacional registrados durante este periodo son parte del espectro de variabilidad que podría desplegar este ensamble. En particular, al remover los valores de abundancia poblacional registrados desde 2004 en adelante, esta relación de escalamiento se mantiene.

La importancia de la relación entre el promedio y variación poblacional de las especies de la avifauna del humedal determinó un claro patrón de ordenación comunitaria, en el cual las especies se segregan en términos de sus patrones de abundancia y variabilidad temporal (nms, stress = 0.11).

Figura 10. Relación de escalamiento (Ley de Taylor) entre el promedio y la varianza de la abundancia de individuos (agrupando todas las especies de aves) registrada en el Santuario durante el periodo 1999-2005 (arriba inserto). Abajo se muestra la relación ampliada para el periodo 1999-2004. La línea corresponde a la predicción de la regresión lineal de los datos logaritmizados. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).



Mediante un análisis comparativo se pudo distinguir en que especies, la disminución en abundancia ha sido más drástica. En particular, las abundancias del Cisne de cuello negro,

la Tagua y la Taguita (especies que se alimentan de lucheillo), disminuyeron en al menos 1 orden de magnitud, mientras que especies como la Huala, el Pato Yeco y el Pato Antejillo además de las Garzas (con hábitos alimentarios diferentes) mostraron tendencias temporales anuales que no muestran una disminución en abundancia y con una dinámica intra-anual con un claro patrón cíclico que se mantiene hasta la fecha. Sin embargo, en casi todos los casos, la dinámica de largo plazo pareciera estar estabilizada, en torno a valores promedio de abundancia o con fluctuaciones interanuales dentro del mismo orden de magnitud.

Esta situación se ha mantenido hasta nuestros días, donde se ha visto que las principales aves afectadas son aquellas que estaban relacionadas directamente con el Lucheillo. Por otro lado, ha habido también una caída sistemática de los zambullidores pequeños, como por ejemplo el Pimpollo, disminución que si bien ha venido aconteciendo desde 1999 y se ha acrecentado notablemente a partir del 2004 (CONAF 2006).

4.6.4.2 Estudios de la dinámica poblacional del Cisne de Cuello Negro.

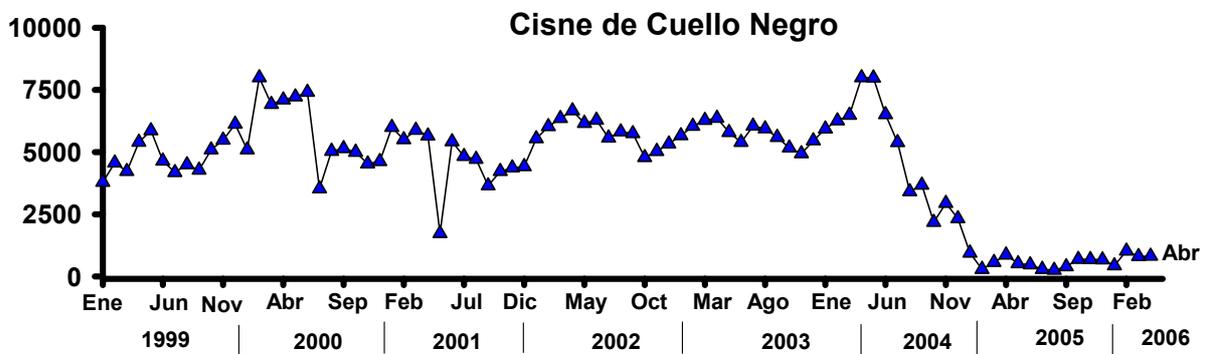
De las especies que más se tiene conocimiento sobre su evaluación en el tiempo después de la perturbación ocurrida en el humedal es sin duda del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melanocorypha* (Molina 1782)). Esta especie es considerada carismática para la comunidad en general, debido a la hermosura y prestancia de sus movimientos, lo que sumado a la mitología y trascendencia cultural, lo sitúan por sobre otras especies del Sur de Chile (Galaz, en prensa).

Su conservación ha sido propuesta por algunos investigadores desde la década de 1940 (Reed & Valenzuela 1943), aunque ha sido víctima de caza furtiva y colecta de huevos desde tiempos inmemoriales.

Schlatter y colaboradores en 1991, indican que la población de Cisnes de Cuello Negro aumenta significativamente al aumentar el número de guardafaunas, pasando rápidamente de 2500 individuos en el año 1988 a 6000 individuos el año 1989.

Hasta antes del año 2004 la población de Cisnes de Cuello Negro en el humedal del río Cruces, se mantuvo bordeando los 5000 individuos, pero durante el año 2004 (a partir de Junio) se produjo una drástica disminución en la abundancia poblacional de esta especie debido a la disminución de su alimento principal, el Luchecillo (Figura 11).

Figura 11. Abundancia de Cisnes de Cuello Negro al interior del humedal del río Cruces entre enero de 1999 y abril del 2006.



La dieta de esta especie al interior del humedal era exclusivamente de plantas acuáticas. De hecho un estudio de biodeposiciones de esta especie, realizadas Schlatter y colaboradores (1991b), determinó que los cisnes que habitan el humedal consumían un 99% de luchecillo (*Egeria densa*). Por otra parte, observaciones recientes en el mismo lugar proponen que debido a fenómenos de escasez de alimentos, los cisnes también podrían alimentarse de algas acuáticas del género *Spirogyra* (CONAF 2006).

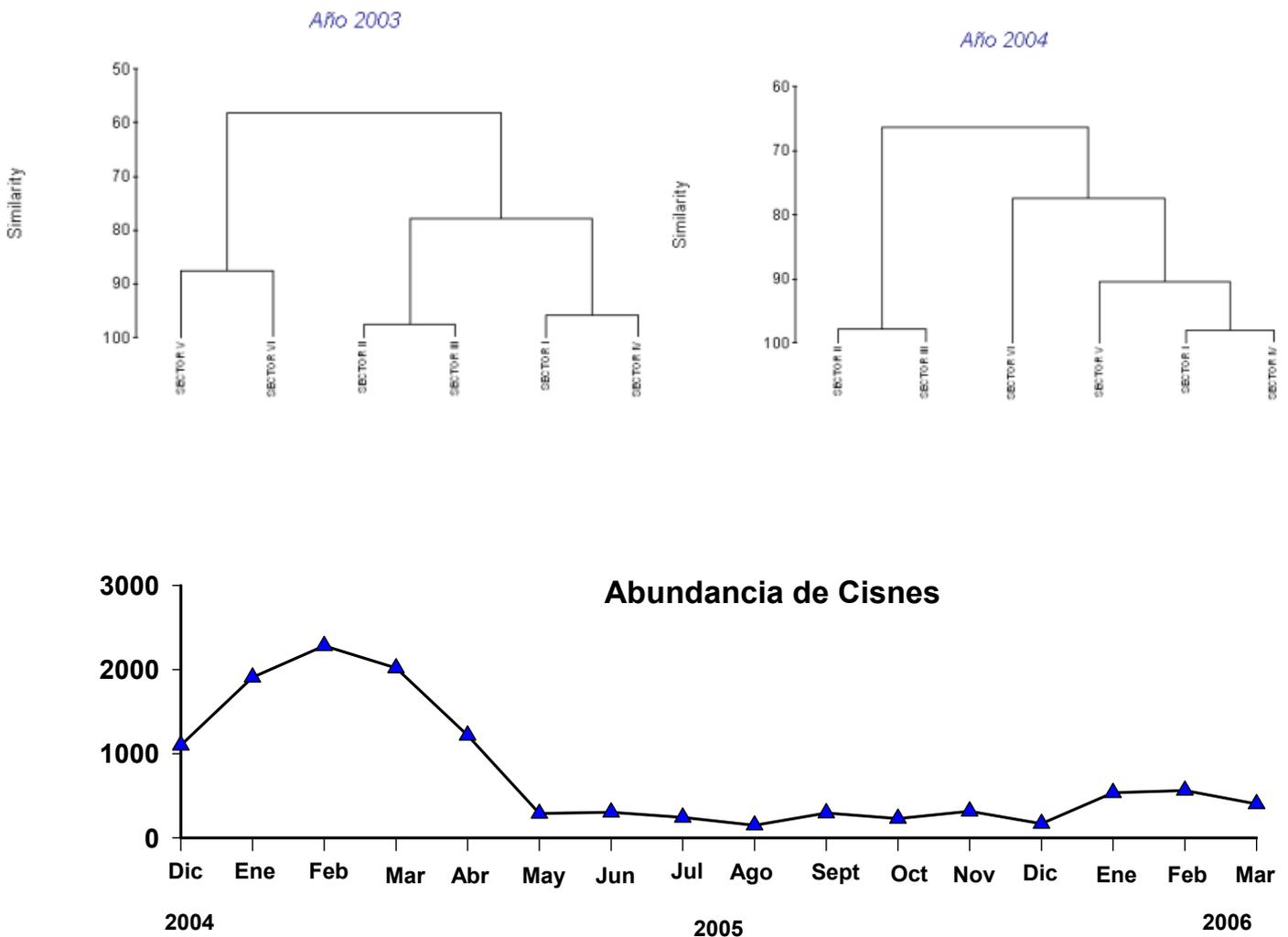
Por otro lado un estudio realizado por Perez et al (2006) en la costa de Corral indica que la población de Cisnes observada en esa zona, se alimentaba principalmente de algas del complejo *Ulva lactuca* (Figura 12a) e incluso se ha visto grupos de hasta 40 cisnes alimentándose de pastos en las praderas adyacentes al humedal (Figura 12b)

Figura 12. Cambios en la dieta alimenticia del Cisne de Cuello Negro en los alrededores de Valdivia. A) alimentándose de algas marinas en la costa de Corral. B) aliementandose de pastisales en praderas aledañas al humedal.



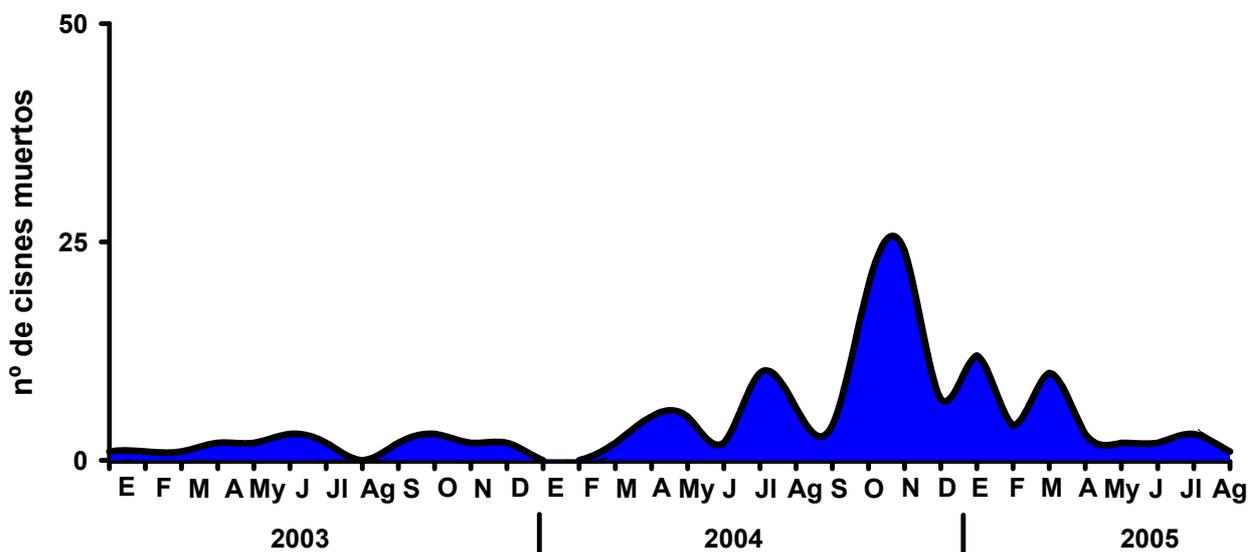
La disminución poblacional se vio reflejada en la migración masiva a otras zonas del país, de hecho el análisis espacial de las abundancias demuestra un cambio rotundo en los patrones de distribución espacial, concentrándose la mayor cantidad de cisnes en los últimos meses en las zonas aledañas al humedal del río cruces (Figura 13).

Figura 13. a) Variabilidad en el patrón de ubicación de los cisnes de cuello negro dentro del humedal del río Cruces. (Tomado de Perez, in literis). b) abundancias de Cisnes de Cuello Negro en zonas aledañas del humedal.



Otro factor interesante de mencionar es la brusca mortalidad que se experimentó en esta especie durante el 2004 (Figura 13), lo que gatilló la preocupación de investigadores y de la ciudadanía en general.

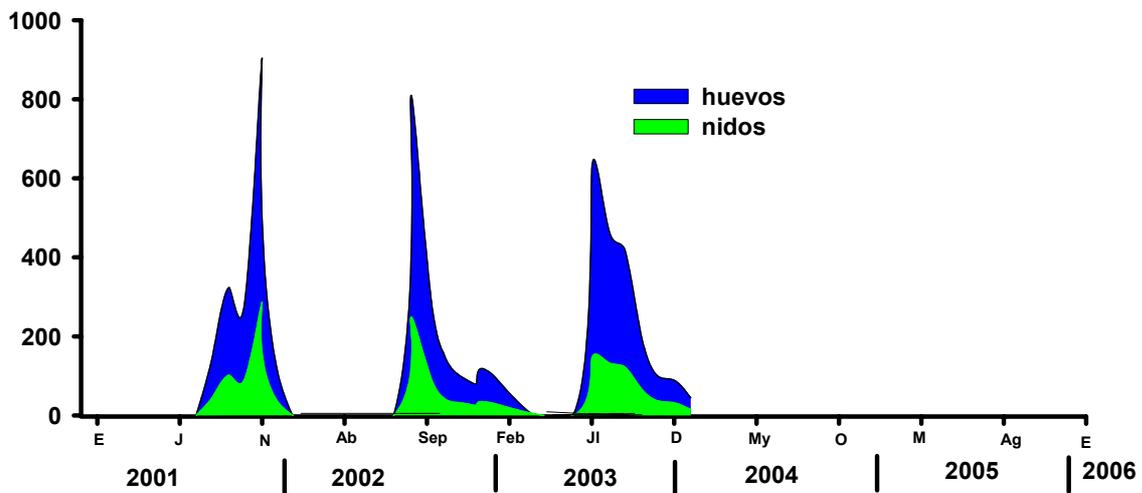
Figura 13. Mortalidades de Cisnes de Cuello Negro al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del Río Cruces hasta agosto del 2005.



Finalmente, uno de los parámetros poblacionales más afectados y predictores de que algo anómalo ocurría en el ecosistema, fue el cese de las posturas de huevos, el cual se ha mantenido hasta la fecha (Figura 14). Esto no es extraño, si consideramos que diversos estudios en otras especies de Cisnes, consignan que hay una alta relación con la estabilidad del ambiente y la postura de las aves. Por lo tanto al volver a estabilizarse las condiciones y en especial, al aumentar la oferta alimentaria para los Cisnes es posible esperar un reinicio de los procesos reproductivos de esta especie al interior del Humedal. Esto es de suma importancia ya que permite por lo tanto predecir que un aumento en la población de cisnes será reflejo del aumento sustancial en la cobertura vegetal, y por

consiguiente la recuperacion de esta cobertura estara ligada al mejoramiento de la calidad de las aguas del ecosistema.

Figura 14. Numero de Huevos y Nidos de Cisnes de Cuello Negro al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del Río Cruces entre Enero del 2001 y Enero del 2006. (Fuente Conaf . Diseño Dr. Edo. Jaramillo).



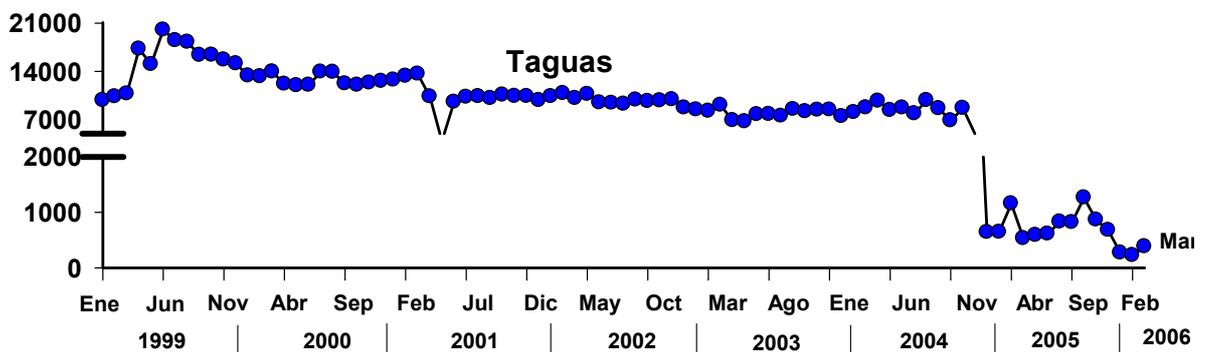
4.6.4.3 Estudios de la dinamica poblacional de otras especies de aves.

Otras especies emblematicas, han sido estudiadas con la finalidad de evaluar sus posibles disminuciones o pronosticar efectos tardios en sus abundancias producto de la perturbacion ambiental acaecida durante el 2004. A continuación se detallan las observaciones realizadas para algunas de ellas:

a) Taguas.

Las Taguas al igual que los Cisnes de Cuello Negro también sufrieron una drástica disminución de sus abundancias poblacionales al interior del Santuario de la Naturaleza, pero a diferencia de los Cisnes no se han detectado hasta la fecha mortalidades masivas. Esta disminución esta dada por la ausencia de *Egeria densa* alimento principal de estas aves. Por otro lado y al igual que los Cisnes, no se han detectado nidificaciones al interior del Santuario. En la Figura 15 se aprecia las abundancias de Taguas entre Enero de 1999 hasta Marzo de 2006.

Figura 15. Abundancias mensuales de Taguas al interior del Santuario de la Naturaleza del humedal del río cruces entre Enero de 1999 a Marzo de 2006.



b) Garzas.

Las Garzas Cucas han mantenido sus abundancias normales al interior del Santuario (Figura 16). Por otro lado las Garzas Grandes han ido aumentando paulatinamente dentro del Santuario pero este aumento se viene produciendo con anterioridad a los hechos acontecidos durante el 2004 (Figura 17), por otro lado el patrón seguido por esta ave, estaría dado al parecer por ingreso de un grupo de individuos al interior del Santuario para nidificar, situación que debe ser clarificada.

Figura 16. Abundancias mensuales de Garza Cuca al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del río cruces entre Enero de 1999 a Marzo de 2006.

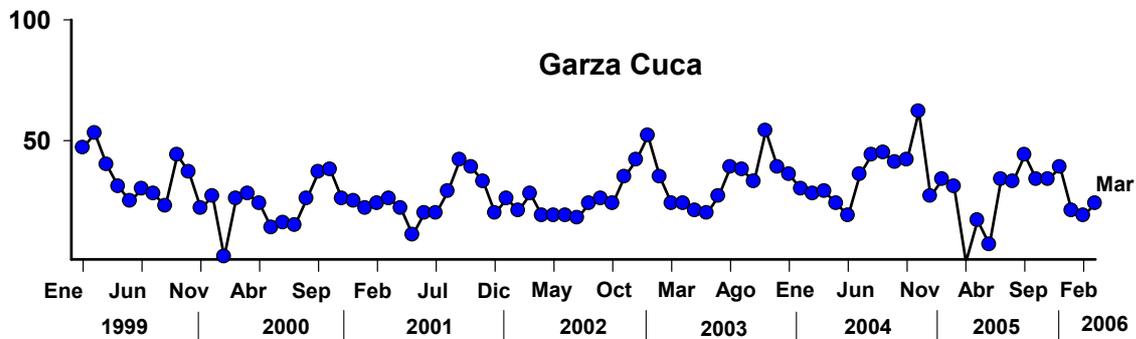
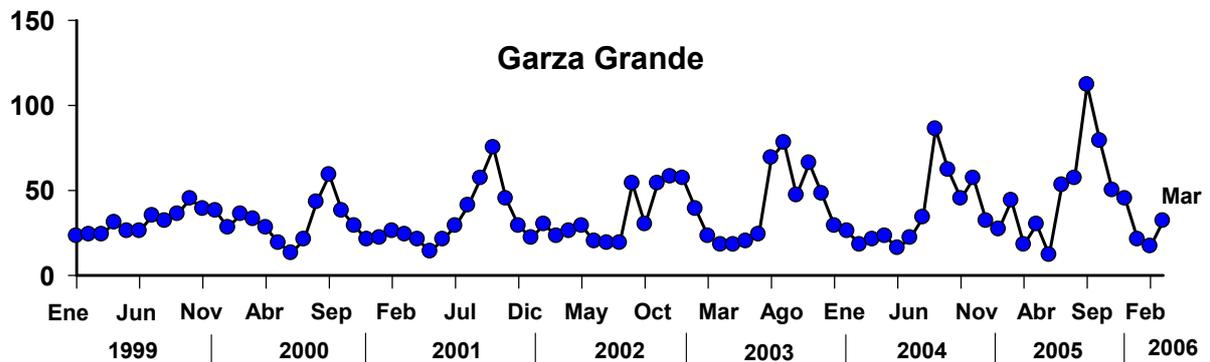


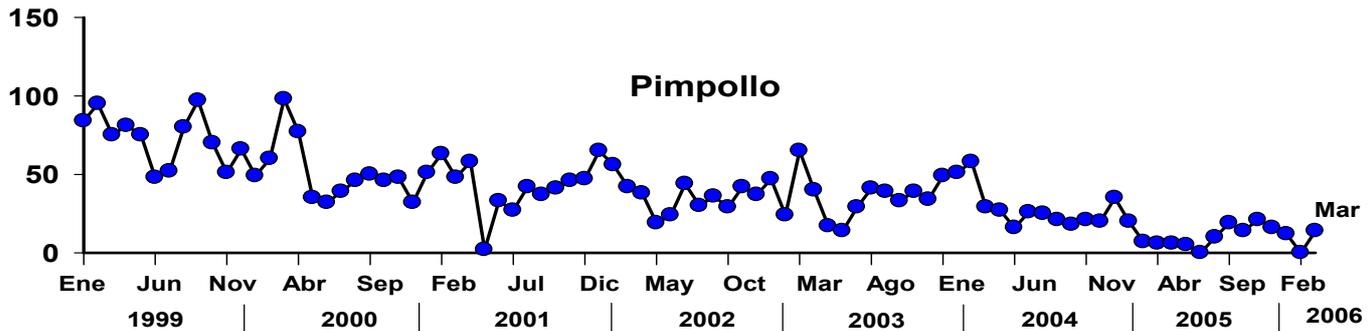
Figura 17. Abundancias mensuales de la Garza Grande al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del río cruces entre Enero de 1999 a Marzo de 2006.



c). Pimpollo.

En cuanto a los Pimpollos (Figura 18) anteriormente se ha mencionado la existencia de una baja poblacional en los últimos 5 años (Ver CONAF 2006), razón por la cual se harían análisis de mayor profundidad para determinar las posibles causas de esta. Este análisis estableció que la baja ha sido sostenida en el tiempo desde el año 1999, por lo que las causas podrían no estar relacionadas con los hechos acontecidos durante el año 2004, pero no existen antecedentes suficientes para descartar completamente esta idea.

Figura 18. Abundancias mensuales de la población de Pimpollos al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del río cruces entre Enero de 1999 a Marzo de 2006.

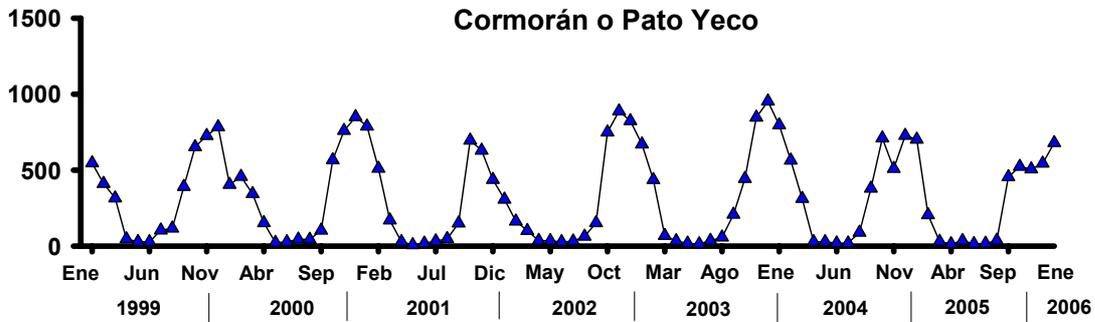


d). Patos Yecos.

El Cormorán Negro o Pato Yeco, es un ave de origen marino, que habita las costas y riveras del país. Presenta hábitos diurnos y costumbres gregarias, agrupándose en bandadas al desplazarse, aunque también es común observarlos en solitario. Se alimenta principalmente de peces y pequeños crustáceos y nidifica en árboles ubicados cerca de la costa o en lagos y lagunas interiores, donde forman grandes colonias. Este es el caso de la colonia reproductiva ubicada al interior del humedal del río Cruces, la cual ha sido considerada una de las colonias más importantes de la provincia de Valdivia (Figuerola et al 2006).

Del análisis de la abundancia de los Cormoranes (Figura 19) se puede apreciar que estos presentan una marcada estacionalidad de ingreso a la zona del humedal lo que estaría relacionado con aquellos meses en que estas aves se encuentran en periodos reproductivos (i.e, entre Agosto a Febrero).

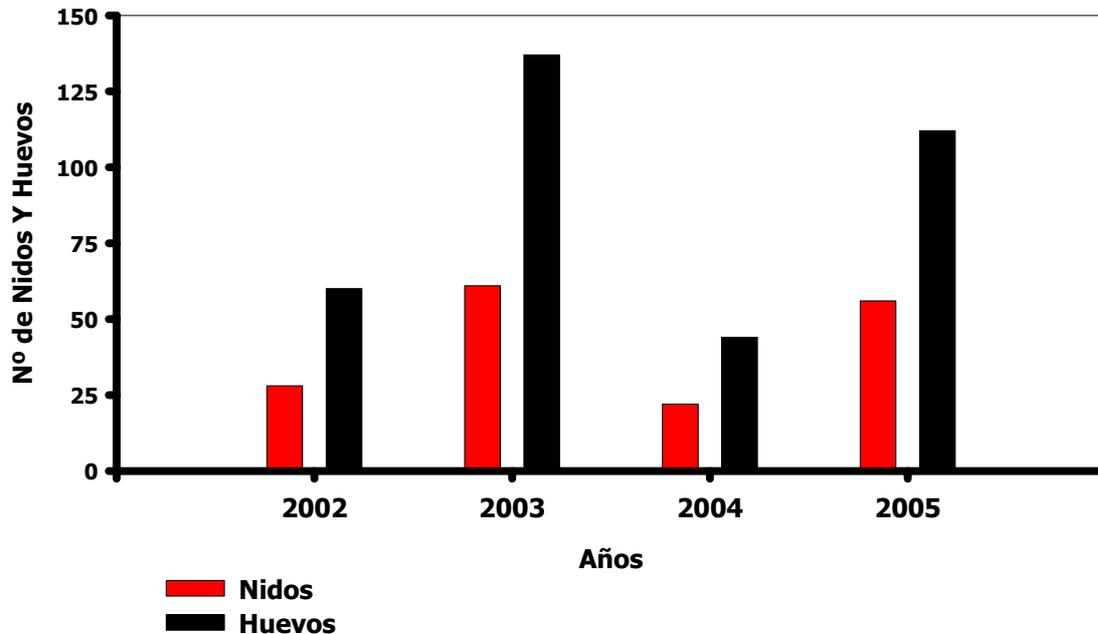
Figura 19. Abundancias mensuales de la Patos Yecos al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del río Cruces entre Enero de 1999 a Enero del 2006.



Los nidos son construidos por el macho con palos secos y ramas, las cuales son ofrecidas a la hembra durante el cortejo. La nidada tuvo un promedio de 3 huevos, con un máximo de 5. La principal colonia se encuentra en el sector de Puerto Claro, con un número máximo de nidos registrados entre los años 2002 y 2005 de 56 nidos, con un total de 112 de huevos. El detalle de las prospecciones se presenta en la Figura 20.

En cuanto a la predación por parte de otras aves, solo se registro ataques esporádicos de ciertas rapaces como el Traro (*Polyborus plancus*) y eventualmente el Tiuque (*Milvago chimango*), aunque aparentemente este ultimo solo se alimentaba de aquellos polluelos que ya estaban muertos. En base a la información recopilada, podemos indicar que la población de Patos Yecos o Cormoranes que ingresan al Humedal del Río Cruces ha mantenido sus abundancias normales, así como los periodos reproductivos de la colonia de Puerto Claro no han sufrido alteraciones en el tiempo (Figueroa et al 2006).

Figura 20. Numero de Huevos y Nidos de Cisnes de Cuello Negro al interior del Santuario de la Naturaleza del Humedal del Río Cruces entre el año 2002 y el año 2005.



4.6.4.4 Mamíferos.

A la fecha se ha detectado al interior del humedal la presencia de por lo menos tres mamíferos acuáticos siendo el de mayor tamaño los Lobos de Mar (*Otaria flavescens*). También es importante la población de Nutrias de Agua Dulce o Huillines (*Lontra provocax*) y de Coipos (*Myocastor coypus*).

Cabe destacar que apartir de los cambios ambientales ocurridos durante el 2004, se ha visto un aumento en las abundancias de Coipos al interior del Rio Cayumapu, lo cual se puede traducir en un aumento de la accion de depredadores, como de las interacciones interespecificas, lo cual puede generar efectos nefastos en la poblacion.

5.0 Análsis del paisajísticos del humedal.

Según Muñoz-Pedreros y colaboradores (1993) el paisaje es un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable. Por lo que este es sin duda la temática que tiene un mayor impacto en la sociedad en general.

Existen dos estudios de valoración del paisaje dentro del humedal. Uno realizado en 1993 el cual menciona que en base a la metodología y a los criterios utilizados el santuario presentaba la condición de “fantástica” el cual estaba relacionada a la edad de los encuestados así como el desconocimiento del lugar que presentaban (ver Muñoz-Pedreros 1993). Posteriormente en el año 2004, Gómez realiza otra evaluación paisajística en la cual se registró altos niveles de aceptación del paisaje. Un análisis previo permitió determinar que en la mayoría de los lugares donde hubo una mayor valoración paisajística existía la mayor abundancia de aves acuáticas.

Esto confirma aún más que esta es quizás una de las temáticas más interesantes al evaluar la importancia de las funciones del humedal.

6.0 Situación actual del humedal e Investigaciones complementarias.

Durante el desarrollo de los eventos que componen la situación reciente de río Cruces, han ocurrido una serie de investigaciones y ejercicios científicos que han ido acrecentando el conocimiento de la situación ambiental del humedal.

La producción de información técnica realizada durante el 2004 y 2005, se suman a los antecedentes e información preexistente, y que aportan sustancialmente al conocimiento del humedal y su dinámica, además de entregar las claves para clarificar cuáles son los componentes del conocimiento que aún permanecen sin ser conocidos.

En general, la información histórica disponible para el humedal del Río Cruces es medianamente escasa, salvo para el caso de la avifauna para la cual existe una amplia

base de datos producto del trabajo de años de CONAF y académicos de la Universidad Austral de Chile (en adelante UACH) o de ONGs (ie. CODEFF, CEA entre otros), encontrándose numerosas publicaciones sobre temas poblacionales, reproductivos y conductuales, etc.

Documentos compilatorios de información son 1) los estudios de Línea Base del EIA del Proyecto Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución S.A. realizados entre junio de 1995 y marzo de 1996 sobre clima y meteorología, Geomorfología, Hidrogeología, Hidrología, Edafología, Calidad de agua, Calidad de sedimentos, Vegetación y flora acuática y terrestre, Fauna terrestre y acuática y Flora y fauna de sedimentos, 2) Plan de Manejo de la Reserva Rio Cruces realizado por CONAF en 1999 en el cual se mencionan diversos antecedentes del area, además de actividades para el desarrollo del lugar una vez declarado Reserva nacional (recuerdese que esta declaración esta aun en estudio para su aprobación), 3) el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Primer informe de avance” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 sobre Análisis anatomopatológicos, histopatológicos y toxicológicos en cisnes de cuello negro en el santuario y humedales adyacentes a Valdivia, Bioquímica clínica y Estudios toxicológicos, 4) el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Segundo informe de avance” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 sobre Análisis anatomopatológicos, histopatológicos y toxicológicos en cisnes de cuello negro en el santuario, humedales adyacentes y zona de Puerto Natales, Distribución, cobertura, concentración de químicos y su efecto sobre la estructura anatómica del Luchecillo, Biodisponibilidad de metales pesados en aguas del río Cruces y calidad de los sedimentos, 5) el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 sobre concentración de metales pesados en rocas, suelos, aguas subterráneas y ambientes estuariales de Valdivia, actividades productivas en la cuenca, calidad del agua

del río Cruces, coloración de las aguas del río Cruces y humedales adyacentes, bioacumulación de metales pesados en organismos bentónicos, bentos de fondos sedimentarios, comportamiento biogeoquímico de fondos sedimentarios, geocronología de metales pesados, perfiles de metales pesados, bentos de fondos ritrales, ictiofauna, avifauna, historia natural y ecología poblacional del cisne de cuello negro y estado actual de la salud ambiental y la causa posible de su deterioro y 6) las respuestas a COREMA del informe “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 sobre dudas de cálculos de cargas, comportamiento de ciertos metales y sustancias químicas y otros de menor relevancia.

Existen publicaciones sobre temas particulares como, metales pesados en los alrededores de Valdivia y el Humedal de Río Cruces, aportes fecales en Valdivia, biología de peces, fitoplancton y vegetación del Santuario Carlos Anwandter y río Valdivia, caracterización del paisaje y valoración turística, entre otros.

A continuación se realiza un análisis de las distintas investigaciones de carácter científico que se han llevado a cabo no aolo en el humedal sino que a lo largo del Río Cruces, separadas según el contexto principal de la investigación, con el objetivo de ordenarlas para mejorar la comprensión de cada una de ellas.

6.1 Calidad de las aguas rio arriba del humedal.

La información disponible para el Santuario y áreas aledañas de la Calidad de las Aguas corresponde a datos de Línea Base (Junio 1995 a Marzo 1996) del EIA Proyecto Valdivia (CELCO) en Campos, H. (1996) “Investigación sobre la calidad del agua del río Cruces y estudios limnológicos” que entrega resultados de monitoreos mensuales realizados en 8 estaciones ubicadas en el río Cruces (Loncoche, Lanco, sector Rucaco, antes de San José de la Mariquina, después de San José de la Mariquina) y en el Santuario (ingreso al humedal, centro del humedal y sector somero del humedal). El estudio consideró

mediciones de caudal instantáneo (ej. Julio, 1995: 359,4 m³/s y Enero, 1996: 12,0 m³/s), factores físicos (temperatura, transparencia, color y turbidez), análisis de 110 factores químicos (pH, conductividad, dureza, carbonatos e iones, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, STD, STS, cloruros y cloro residual, sulfato, sulfuro, sulfito, fósforo total y soluble, nitrato, nitrito, amoníaco, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, 23 metales pesados, cianuro y aldehidos, solventes orgánicos aromáticos, solventes orgánicos clorados y nitrogenados, detergentes, hidrocarburos totales y aceites-grasas, compuestos halogenados adsorbibles, triclorometano, pentaclorofenol y fenol, compuestos fenólicos clorados, pesticidas organoclorados, organofosforados y organonitrogenados) y factores biológicos (coliformes fecales). Monitoreos de la etapa de construcción de CELCO durante los años 2002 y 2003. Por otro lado en el estudio realizado por la UACH para determinar la muerte y disminución poblacional de Ciesnes en el Santuario de la Naturaleza durante enero de 2005 en 4 estaciones (1a, 1b, 2 y 3) ubicadas 100 metros aguas arriba del punto de descarga de la Empresa (1a), río Cruces aguas abajo del punto de descarga (1b), río Cruces 1,5 km. aguas abajo de la estación 1b (2) y frente al muelle del fuerte San Luis al ingreso del Humedal del Río Cruces (3), considero mediciones de caudal, temperatura, pH, oxígeno disuelto y análisis de STS y fracciones, STD y fracciones, DBO, DQO, nitrógeno, nitrato, amonio, fósforo total y soluble, 9 metales pesados, compuestos fenólicos, fenólicos halogenados, pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, compuestos orgánicos halogenados adsorbibles, hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos halogenados, ésteres ftalatos, ésteres organofosfatos, nitrosaminas, haloéteres, aldehidos, anilinas, piridinas, quinolinas y nitroaromáticos.

Esta Información considero distintos tipos de análisis de datos y muestreos, por ejemplo se obtuvieron datos de muestreos puntuales (i.e. muestras cada 1 hora, durante un ciclo de 24 horas) de temperatura, pH, conductividad y concentración de Oxígeno Disuelto en de las estaciones 1a, 1b y 2 y en las aguas superficiales. En los analisis se observa que, para el caso de la temperatura del agua, se presentó una alta variabilidad en todos los sitios y profundidades muestreadas con diferencias de más de 5 °C entre los valores mínimos y máximos de una misma profundidad y sitio. Encuanto al pH varió entre 6.42 y 7.56 mientras que la variabilidad horaria de la conductividad del agua en las cuatro estaciones

muestreadas presentaron fue baja.. Por otra parte la concentración de Oxígeno Disuelto no presentó mayor variabilidad horaria en las cuatro estaciones muestreadas y tampoco se presentaron mayores diferencias en aguas superficiales y de fondo de las estaciones 1a, 1b, y 2, siendo sólo la estación 3 la que presentó concentraciones de Oxígeno Disuelto menores en las aguas superficiales (Tabla 5).

Los análisis estadísticos de todos estos parámetros se presentan en la tabla 1 donde se observa que para todas las variables se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las cuatro estaciones analizadas.

Tabla 5. Promedios de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), y concentración de Oxígeno Disuelto (mg/L) en las aguas de las estaciones 1a, 1b, 2 y 3. Los valores corresponden a los promedios de todas las mediciones realizadas en cada estación (i.e. $n = 48$ en las estaciones 1a, 1b y 2, y $n = 72$ en la estación 3) con la desviación estándar en paréntesis. Se entregan además los valores de F y P resultantes de los análisis de varianza de una vía y los resultados del test a posteriori "Tukey HSD". (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Temperatura	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto
estación 1 ^a	16.90 (2.15)	6.83 (0.23)	39.61 (2.85)	9.306 (0.629)
estación 1b	17.67 (2.28)	7.23 (0.19)	67.52 (28.89)	9.301 (0.248)
estación 2	17.07 (2.64)	6.84 (0.12)	145.61 (5.02)	8.585 (0.298)
estación 3	20.33 (1.59)	7.14 (0.14)	85.95 (2.34)	7.429 (2.327)
F	35.13	72.72	497	24.49
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Tukey HSD	1a = 1b = 2 < 3	1 = 2 < 3 = 1b	1a < 1b < 3 < 2	1a = 1b = 2 > 3

Para el caso de las muestras compuestas los valores de Nitrógeno Kjeldahl, Nitratos, Amonio, Fósforo total y soluble, se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Concentraciones promedios de Nitrógeno Kjeldahl, Nitratos, Amonio, Fósforo total y soluble (mg/L) en las cuatro estaciones de muestreo. Los valores corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a, 1b y 2 y n = 6 en estación 3) con la desviación estándar en paréntesis. Se entregan los valores de F y P resultantes de los análisis de varianza de una vía y los del test a posteriori "Tukey HSD".(Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrato	Amonio	Fósforo total	Fósforo soluble
Estación 1a	0.125 (0.040)	0.059 (0.003)	0.029 (0.006)	0.035 (0.006)	0.011 (0.004)
estación 1b	0.055 (0.019)	0.074 (0.037)	0.036 (0.027)	0.030 (0.000)	0.008 (0.001)
estación 2	0.118 (0.039)	0.062 (0.021)	0.020 (0.009)	0.055 (0.029)	0.028 (0.018)
Estación 3	0.268 (0.039)	0.082 (0.017)	0.057 (0.029)	0.045 (0.016)	0.023 (0.012)
F	34.26	1.06	1.95	1.77	5.23
P	< 0.001	0.399	0.167	0.199	0.013
Tukey HSD	1b < 1a = 2 < 3	1 ^a = 1b = 2 = 3	1a = 1b = 2 = 3	1 = 2 = 3 = 4	1 = 2 < 3 = 4

Para el caso de la concentración promedio de Nitrógeno Kjeldahl en las aguas de la estación 1b fue de 0.055 mg/L, siendo significativamente menor ($P < 0.05$) que la del resto de las estaciones estudiadas. Por otra parte las concentraciones de Nitratos, Amonio y Fósforo total no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las cuatro estaciones estudiadas. Mientras que la concentración de Fósforo soluble en las aguas de las estaciones 1a y 1b no difirieron significativamente entre sí ($P < 0.05$), pero fueron significativamente menores ($P < 0.05$) que las encontradas en las estaciones 2 y 3 (concentraciones de 0.028 y 0.023 mg/L, respectivamente). En cuanto a la Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno (i.e. DBO_5 y DQO) en las aguas de las cuatro estaciones de muestreo los valores se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedios de la Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno (mg/L) en las aguas de las cuatro estaciones de muestreo. Los valores corresponden a promedios (n = 4 en las estaciones 1a, 1b, 2 y n = 6 en la estación 3) con la desviación estándar en paréntesis. Se entregan los valores de F y P resultantes de los análisis de varianza de una vía y los del test a posteriori "Tukey HSD(Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	Demanda Química de Oxígeno DQO
estación 1a	3.00 (0.71)	14.25 (1.89)
estación 1b	7.80 (7.04)	29.50 (11.47)
estación 2	7.68 (6.38)	25.75 (7.09)
Estación 3	5.43 (1.58)	11.00 (3.63)
F	0.56	11.23
P	0.687	0.001
Tukey HSD	1a = 1b = 2 = 3	1a = 3 < 1b = 2

De los analisis realiizados en este estudio no se detectan diferencias significativas ($P > 0.05$) entre cuatro estaciones de muestreo. Por otra parte no se encontraron Compuestos organofosforados, fenólicos y organoclorados (distintos a los AOX) en este estudio siendo detectados en bas concentraciones (valores promedios de 0.076 mg/L en la estación 1a, 0.234 mg/L en la estación 1b, 0.547 mg/L en la estación 2 y 0.128 mg/L en la estación 3. Para el caso de las concentraciones de Sólidos Suspendidos y Disueltos (fracciones orgánica, inorgánica y total) no se encontraron diferencias significativas en estos parámetros (Tabla 8).

Tabla 8. Concentraciones promedios de Sólidos Suspendidos y Disueltos (mg/L), fracciones orgánica, inorgánica y total en las aguas de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a, 1b y 2 y n = 6 en estación 3) con la desviación estándar en paréntesis. Se entregan los valores de F y P resultantes de los análisis de varianza de una vía y los del test a posteriori "Tukey HSD". (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Sólidos Suspendidos			Sólidos Disueltos		
	fracción orgánica	fracción inorgánica	total	fracción orgánica	fracción inorgánica	Total
estación 1 ^a	1.95 (0.49)	2.10 (0.57)	4.05 (0.07)	27.00 (15.56)	34.00 (0.00)	61.00 (15.56)
estación 1b	2.61 (0.69)	2.90 (0.57)	5.51 (1.26)	6.00 (5.66)	176.00 (149.91)	182.00 (155.56)
estación 2	2.00 (0.53)	3.03 (0.75)	5.03 (0.65)	16.00 (18.40)	75.00 (21.07)	91.00 (30.40)
Estación 3	4.71 (2.34)	5.12 (1.22)	9.83 (3.46)	9.67 (7.20)	72.33 (15.51)	82.00 (18.59)
F	3.56	6.93	6.44	1.27	4.63	1.63
P	0.055	0.083	0.011	0.337	0.028	0.244
Tukey HSD	1a = 1b = 2 = 3	1a = 1b = 2 = 3	1a = 1b = 2 < 3	1a = 1b = 2 = 3	1a < 1b = 2 = 3	1a = 1b = 2 = 3

También se realizó un análisis de los datos obtenidos en estas estaciones entre superficie y fondo (Tabla 9).

Tabla 9. Temperatura, pH, conductividad y concentración de Oxígeno Disuelto en las aguas de superficie y fondo de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores son promedios (n=24) de mediciones horarias durante un ciclo de 24 horas. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	estación 1a	estación 1b	estación 2	estación 3
Temperatura °C				
superficie	16.73	18.29	18.35	20.41
Fondo	17.07	17.05	15.80	20.18
pH (°H)				
superficie	6.83	7.18	6.77	7.15
Fondo	6.83	7.28	6.90	7.15
Conductividad μ S/cm				
superficie	40.08	39.09	146.60	85.77
Fondo	39.13	95.95	144.63	86.31
Oxígeno Disuelto mg/L				
superficie	9.07	9.47	8.59	6.74
fondo	9.54	9.13	8.58	8.82

En este analisis se observó que para la mayoría de los parámetros analizados no se encuentran diferencias significativas, salvo para el caso de la Conductividad, la cual presenta diferencias en las estaciones después de Celco.

En cuanto al Nitrógeno Kjeldahl, Nitrato, Amonio, Fósforo total y soluble, no se encontraron diferencias significativas. (Tabla 10).

Tabla 10. Concentraciones de Nitrógeno total Kjeldahl, Nitrato, Amonio, Fósforo total y soluble en las aguas de superficie y fondo de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores son promedios de dos muestras. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	estación 1 ^a	estación 1b	estación 2	estación 3
Nitrógeno total Kjeldahl mg/L				
superficie	0.09	0.04	0.15	0.26
Fondo	0.16	0.07	0.085	0.30
Nitrato µg/L				
superficie	58.97	106.48	79.22	83.73
Fondo	59.97	42.47	44.47	77.47
Amonio µg/L				
superficie	34.66	59.12	28.45	52.42
Fondo	23.79	12.92	12.53	65.33
Fósforo total mg/L				
superficie	0.04	0.03	0.08	0.05
Fondo	0.03	0.03	0.03	0.03
Fósforo soluble µg/L				
superficie	14.34	8.33	12.51	26.99
Fondo	7.16	8.50	43.40	14.28

La concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), así como la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las aguas superficiales y de fondo de las cuatro estaciones de muestreo se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Concentraciones de la Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno (mg/L) en las aguas de superficie y fondo de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores son promedios de dos muestras. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	estación 1a	estación 1b	estación 2	estación 3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)				
superficie	2.40	1.70	2.15	5.88
Fondo	3.60	13.90	13.20	4.55
Demanda Química de Oxígeno (DQO)				
superficie	15.00	21.00	21.50	12.75
Fondo	13.50	38.00	30.00	7.50

En cuanto a la concentración de Sólidos Disueltos, Suspendidos y Totales (fracciones orgánica, inorgánica y total) en este estudio predominó la fracción de Sólidos Disueltos, tanto en aguas de fondo como superficie (Tabla 12).

Tabla 12. Concentraciones de Sólidos Suspendidos y Disueltos y Totales (total, orgánico e inorgánico) en las aguas de superficie y fondo de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores son promedios de dos muestras. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	estación 1a		estación 1b		Estación 2		estación 3	
	superficie	fondo	Superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo
Sólidos Suspendidos								
Totales	4.10	4.00	6.39	4.61	4.60	5.45	11.45	6.58
Orgánicos	1.60	2.30	3.09	2.12	2.10	1.90	5.70	2.71
Inorgánicos	2.50	1.70	3.30	2.49	2.50	3.55	5.75	3.87
Sólidos Disueltos								
Totales	71.98	49.99	291.99	71.99	64.99	117.00	73.00	100.00
Orgánicos	37.99	16.00	10.00	1.99	3.00	29.00	5.50	18.00
Inorgánicos	33.99	33.99	281.99	70.00	61.99	88.00	67.50	82.00
Sólidos Totales								
Totales	76.08	53.99	298.38	76.60	69.59	122.45	84.44	106.58
Orgánicos	39.59	18.30	13.09	4.11	5.10	30.90	11.20	20.71
Inorgánicos	36.49	35.69	285.29	72.49	64.49	91.55	73.24	85.87

Por otro lado, otro análisis de este estudio fue la de comparar los datos obtenidos en Enero del 2004 con los de la línea base de la planta de Celulosa Arauco, no encontrándose diferencias significativas en los parámetros de temperatura y pH del agua (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación de valores históricos y actuales (Enero del 2005) de temperatura (°C), pH (+H) y conductividad (μS/cm) en la columna de agua de las estaciones 1a, 2 y 3. Los datos históricos corresponden a muestras puntuales (n = 1) mientras que los datos de Enero del 2005 corresponden a promedios de muestras (n = 4 en estaciones 1a y 2; n = 6 en estación 3). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Temperatura °C	pH ⁺ H	Conductividad μS/cm
estación 1			
Jun-95	8.90	6.42	25.70
Jul-95	10.90	6.46	34.80
Ago-95	8.60	6.39	27.60
Oct-95	11.50	6.45	-----
Nov-95	15.00	7.01	-----
Dic-95	18.60	6.45	32.20
Ene-96	19.60	7.25	42.80
Feb-96	17.90	7.32	47.70
Sep-02	9.50	7.10	47.80
Mar-03	20.80	7.00	43.10
Sep-03	11.00	7.00	24.10
Ene-05	16.90	6.83	39.61
estación 2			
Jun-95	8.70	6.25	42.90
Jul-95	11.20	6.39	27.60
Ago-95	8.80	6.36	28.20
Oct-95	12.80	6.50	-----
Nov-95	15.50	7.07	-----
Dic-95	19.40	6.35	33.30
Ene-96	21.10	7.12	44.10
Feb-96	18.50	7.48	50.00
Sep-02	8.40	7.10	56.60
Mar-03	19.80	6.80	52.80
Sep-03	11.10	6.70	27.00
Ene-05	17.07	6.84	145.61
estación 3			
Jun-95	8.40	6.15	83.30
Jul-95	10.80	6.31	27.90
Ago-95	8.90	6.40	30.60
Oct-95	12.90	6.50	-----
Nov-95	15.90	6.87	-----
Dic-95	19.70	6.30	34.60
Ene-96	21.50	7.43	45.40
Feb-96	18.50	7.14	46.00
Sep-02	9.10	7.20	32.60
Mar-03	20.10	6.80	46.20
Sep-03	11.30	6.80	32.50
Ene-05	20.33	7.14	85.95

Por otro lado cuando comparan las conductividades promedios históricas las aguas de las estaciones 2 y 3 registran valores que difieren significativamente ($P < 0.05$) con las de Enero del 2005, mientras que las aguas de la estación 1, antes de la descarga del Ril, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) (Tabla 13). Para los datos históricos correspondientes a la concentración de Nitrógeno Kjeldahl en las aguas de las 3 estaciones, mostraron diferencias notorias entre los muestreos del período 1995-1996 y 2002-2003 (Tabla 14), mientras que para las concentración de nitrato e estuvieron por debajo del rango de variación de los datos correspondientes a la línea de base histórica para esas estaciones. Para el caso del Amonio y Fósforo total estas estuvieron dentro del rango de variación de los datos históricos correspondientes a esas variables (Tabla 14), mientras que la concentración de Fósforo soluble durante Enero del 2005, presentó valores sobre el rango de variación de los datos históricos (Tabla 14).

Tabla 14. Comparación de valores históricos y actuales (Enero del 2005) de la concentración de Nitrógeno Kjeldahl, Nitrato, Amonio, Fósforo total y soluble (mg/L) en la columna de agua de las estaciones 1, 2 y 3. Los datos históricos corresponden a muestras puntuales (n = 1) mientras que los datos de Enero del 2005 corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a y 2; n = 6 en estación 3). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Nitrógeno Kjeldahl.	Nitrato	Amonio	Fósforo total	Fósforo soluble
Estación 1					
Jun-95	0.0531	0.3396	0.0063	0.0101	0.0073
Jul-95	0.0928	0.3964	0.0131	0.0182	0.0059
Ago-95	0.0506	0.3961	0.0182	0.0179	0.0057
Oct-95	0.0439	0.2678	0.0103	0.0134	-----
Nov-95	0.0961	0.1240	0.0103	0.0055	-----
Dic-95	0.0538	0.1292	0.0103	0.0026	0.0006
Ene-96	0.0314	0.2883	0.0000	0.0026	0.0016
Feb-96	0.0538	0.3858	0.0191	0.0038	0.0030
Sep-02	0.3300	0.4600	<0.0100	0.0180	0.0150
Mar-03	0.2400	0.4600	0.0400	0.0600	0.0042
Sep-03	0.3100	0.4800	0.0300	0.0400	<0.0039
Ene-05	0.1250	0.0590	0.0290	0.0350	0.0110
Estación 2					
Jun-95	0.0282	0.3961	0.0046	0.0154	0.0071
Jul-95	0.0257	0.4885	0.0131	0.0205	0.0069
Ago-95	0.0328	0.4474	0.0165	0.0146	0.0063
Oct-95	0.0663	0.3088	0.0147	0.0135	-----
Nov-95	0.0364	0.1600	0.0082	0.0059	-----
Dic-95	0.0712	0.1600	0.0038	0.0025	0.0004
Ene-96	0.0265	0.1805	0.0000	0.0028	0.0012
Feb-96	0.1309	0.3858	0.0125	0.0031	0.0030
Sep-02	0.3500	0.5700	<0.0100	0.0170	0.0160
Mar-03	0.2100	0.5200	0.0500	0.0100	0.0045
Sep-03	0.2700	0.4000	0.0300	0.0300	<0.0039
Ene-05	0.1180	0.0820	0.0570	0.0450	0.0230
Estación 3					
Jun-95	0.0804	0.4064	0.0436	0.0106	0.0069
Jul-95	0.0879	0.3602	0.0351	0.0172	0.0084
Ago-95	0.0506	0.4166	0.0216	0.0115	0.0057
Oct-95	0.0588	0.2986	0.0125	0.0109	-----
Nov-95	0.0638	0.1856	0.0235	0.0085	-----
Dic-95	0.0961	0.2010	0.0344	0.0024	0.0011
Ene-96	0.0165	0.0727	0.0082	0.0026	0.0011
Feb-96	0.0887	0.2883	0.0169	0.0032	0.0023
Sep-02	0.3500	0.5800	0.1800	0.0150	0.0160
Mar-03	0.3300	0.5200	0.0200	0.0900	0.0030
Sep-03	0.3200	0.3500	0.0500	0.0400	<0.0039
Ene-05	0.2680	0.0820	0.0570	0.0750	0.0230

Para el caso de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en la columna de agua de las tres estaciones analizadas durante Enero del 2005, estas estuvieron dentro del rango de variación histórica de esta variable (Tabla 15). Por otro lado, para el caso de la demanda bioquímica de Oxígeno (DBO_5) se detectaron valores mayores al rango de variación de los datos históricos.) Tabla 15.

En cuanto a los Sólidos Suspendidos (totales y fracciones orgánica e inorgánica) estos fueron registrados dentro del rango de variación de los datos históricos en las tres estaciones analizadas (Tabla 16). Mientras que la concentración de Sólidos Disueltos totales encontradas en Enero del 2005 presentaron valores mayores en este estudio que los registrados en la línea de base histórica (Tabla 16).

Finalmente en el estudio de la UACH se realizaron comparaciones entre los datos presentados por Celco a la autoridad ambiental y sus muestreos (Tabla 17, 18, 19) para cada una de las estaciones (1 antes de planta, 2 puente rucaco y tres cabezal del Humedal), realizándose un análisis para cada uno de los meses.

Tabla 15. Comparación de valores históricos y actuales (Enero del 2005) de la concentración de Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno (mg/L) en la columna de agua de las estaciones 1, 2 y 3. Los datos históricos corresponden a muestras puntuales (n = 1) mientras que los datos de Enero del 2005 corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a y 2; n = 6 en estación 3). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Oxígeno Disuelto	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Demanda Química de Oxígeno
estación 1			
Jun-95	10.80	1.60	0.51
Jul-95	10.50	1.28	9.18
Ago-95	10.64	1.04	1.42
Oct-95	10.80	2.56	8.67
Nov-95	9.92	1.68	4.08
Dic-95	9.32	1.42	2.55
Ene-96	9.25	0.80	6.12
Feb-96	8.56	1.04	2.55
Sep-02	11.00	1.70	2.00
Mar-03	9.20	0.60	2.00
Sep-03	10.70	0.90	10.00
Ene-05	9.31	3.00	14.25
estación 2			
Jun-95	10.60	0.56	3.57
Jul-95	10.60	2.40	7.14
Ago-95	10.00	0.80	1.10
Oct-95	10.48	0.64	3.06
Nov-95	9.68	1.76	6.12
Dic-95	10.07	2.30	1.53
Ene-96	9.32	0.64	6.63
Feb-96	9.12	0.96	3.57
Sep-02	10.30	0.70	2.00
Mar-03	9.30	0.80	3.00
Sep-03	11.10	1.30	11.00
Ene-05	8.59	7.68	25.75
estación 3			
Jun-95	10.70	1.12	1.53
Jul-95	10.30	1.76	18.37
Ago-95	10.40	0.88	1.21
Oct-95	10.64	2.08	2.04
Nov-95	8.96	1.28	2.55
Dic-95	8.97	1.97	2.55
Ene-96	8.49	0.56	3.06
Feb-96	8.72	1.36	1.53
Sep-02	10.40	0.80	3.00
Mar-03	9.80	0.90	3.00
Sep-03	9.80	0.20	11.00
Ene-05	7.43	5.43	11.00

Tabla 16. Comparación de valores históricos y actuales (Enero del 2005) de la concentración de Sólidos Suspendidos (totales, orgánicos e inorgánicos) y de Sólidos Disueltos totales (mg/L) en la columna de agua de las estaciones 1, 2 y 3. Los datos históricos corresponden a muestras puntuales (n = 1) mientras que los datos de Enero del 2005 corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a y 2; n = 6 en estación 3). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Sólidos Suspendidos			Sólidos Disueltos totales
	Totales mg/L	orgánico mg/L	inorgánico mg/L	mg/L
Estación 1				
Jun-95	10.48	3.10	7.38	20.81
Jul-95	12.86	3.63	9.23	29.81
Ago-95	5.83	2.15	3.68	30.84
Oct-95	1.79	1.36	0.43	-----
Nov-95	1.69	0.94	0.75	-----
Dic-95	3.28	2.05	1.23	28.44
Ene-96	2.37	1.64	0.73	-----
Feb-96	3.08	1.70	1.38	-----
Sep-02	9.00	3.90	5.10	31.00
Mar-03	2.30	1.60	0.70	81.00
Sep-03	7.60	3.30	4.30	22.00
Ene-05	4.05	1.95	2.10	61.00
Estación 2				
Jun-95	13.25	3.53	9.72	25.27
Jul-95	9.89	3.97	5.92	40.10
Ago-95	5.69	1.92	3.77	21.93
Oct-95	9.00	3.00	6.00	-----
Nov-95	3.88	1.95	1.93	-----
Dic-95	2.74	1.50	1.24	31.74
Ene-96	2.21	1.16	1.05	-----
Feb-96	2.71	2.09	0.62	-----
Sep-02	4.00	2.80	1.20	20.00
Mar-03	4.50	1.40	3.10	80.00
Sep-03	5.10	2.80	2.30	21.00
Ene-05	5.03	2.00	3.03	91.00
Estación 3				
Jun-95	11.06	3.93	7.13	19.90
Jul-95	8.24	3.24	5.00	51.30
Ago-95	5.95	1.95	4.00	25.19
Oct-95	7.65	2.80	4.85	-----
Nov-95	4.44	2.35	2.09	-----
Dic-95	3.34	1.76	1.58	28.65
Ene-96	2.77	1.82	0.95	-----
Feb-96	2.61	2.46	0.15	-----
Sep-02	3.20	2.20	1.00	29.00
Mar-03	4.40	1.50	2.90	80.00
Sep-03	5.10	2.50	2.60	21.00
Ene-05	9.83	4.71	5.12	82.00

TABLA 17 Componentes de las características fisicoquímicas de la columna de agua en la estación 1 entre los muestreos de Abril a Diciembre del 2004 con las encontradas en Enero del 2005. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2005
Caudal (m ³ /s)	35.75	25.41	107.21	287.65	81.21	99.84	39.05	59.07	32.92	21.13
Temperatura (°C)	11.50	9.90	9.00	10.10	10.10	10.00	12.50	14.30	10.00	16.90
pH	7.70	6.60	7.31	7.23	6.90	7.41	7.49	6.89	6.82	6.83
Conductividad (μS/cm)	55.90	42.60	28.60	29.30	27.20	31.40	40.50	90.40	37.50	39.61
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.70	8.51	7.17	7.13	6.87	11.10	9.94	8.24	9.22	9.31
DBO ₅ (mg/L)	<1.00	9.20	<1.00	<1.00	<1.00	1.30	0.50	1.10	8.60	3.00
DQO (mg/L)	<40.00	33.28	<1.00	3.30	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	14.25
Fósforo total (mg/L)	<0.02	<0.02	0.10	0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04
Nitratos (mg/L)	0.03	-----	-----	0.23	-----	-----	0.11	-----	<0.10	0.06
Amonio (mg/L)	<0.001	-----	-----	0.05	-----	-----	<0.05	-----	<0.05	0.03
Nitrógeno total (mg/L)	<0.50	0.30	0.96	0.20	0.20	<1.00	<0.10	0.17	0.20	0.13
SS orgánico (mg/L)	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95
SS inorgánico (mg/L)	3.80	4.17	13.99	1.99	8.66	3.99	<1.00	1.70	6.00	2.10
S Suspendedos totales (mg/L)	5.60	4.17	13.99	1.99	8.66	3.99	1.00	1.70	6.00	4.05
Sólidos Disueltos (mg/L)	88.00	60.00	84.00	86.00	66.00	96.00	62.00	8.00	160.00	60.99
Sólidos totales (mg/L)	93.60	64.17	97.99	87.99	74.66	99.99	63.00	9.70	166.00	65.04
Aluminio (mg/L)	0.32	<0.06	0.34	0.31	0.13	0.25	0.05	0.16	0.09	-----
Arsénico (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.001	-----	-----	<0.001	-----	<0.01	-----
Bario (mg/L)	<0.10	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Berilio (mg/L)	0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Boro (mg/L)	<0.50	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cadmio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	<0.0006
Cobalto (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cobre (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.01
Cromo total (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.004	-----	-----	<0.004	-----	<0.004	<0.002
Hierro soluble (mg/L)	0.17	-----	-----	0.04	-----	-----	0.13	-----	0.14	0.15
Manganeso (mg/L)	0.02	-----	-----	0.03	-----	-----	<0.01	-----	0.03	0.02
Mercurio (mg/L)	<0.001	-----	-----	<0.001	-----	-----	<0.001	-----	<0.001	<0.001
Molibdeno (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Níquel (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.01	-----	-----	<0.01	-----	0.01	<0.002
Plomo (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.002	-----	-----	<0.002	-----	<0.002	<0.001
Selenio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.001	-----	-----	<0.000004	-----	<0.004	-----
Vanadio (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Zinc (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.01
Clorofenoles Totales (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	-----
Pentaclorofenoles (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<20.00	<0.02	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	-----

Tabla 18. Comparación de las características fisicoquímicas de la columna de agua en la estación 2 entre los muestreos de Abril a Diciembre del 2004 con las encontradas en Enero del 2005. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2005
Caudal (m ³ /s)	35.60	25.24	107.02	287.60	81.00	99.70	38.90	59.00	32.90	21.13
Temperatura (°C)	11.40	9.90	9.00	9.00	9.00	9.90	13.00	14.80	14.00	17.08
pH	7.70	6.60	7.33	7.11	6.50	7.45	7.40	6.86	7.06	6.84
Conductividad (μS/cm)	97.60	96.80	74.10	40.50	62.40	50.80	86.20	76.30	117.00	145.61
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.36	7.22	7.21	6.74	6.37	10.20	10.01	9.20	9.80	8.59
DBO ₅ (mg/L)	<1.00	19.30	1.00	<1.00	<1.00	1.50	1.20	1.20	8.60	7.68
DQO (mg/L)	<40.00	33.28	1.50	3.30	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	25.75
Fósforo total (mg/L)	<0.02	0.03	0.10	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.06
Nitratos (mg/L)	0.04	-----	-----	0.30	-----	-----	<0.10	-----	<0.10	0.06
Amonio (mg/L)	<0.004	-----	-----	<0.05	-----	-----	<0.05	-----	<0.05	0.02
Nitrógeno total (mg/L)	<0.50	0.32	1.05	<0.10	0.10	33.00	<0.10	<0.10	0.17	0.12
SS orgánico (mg/L)	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00	2.00
SS inorgánico (mg/L)	13.40	5.00	14.99	2.39	8.66	5.99	<1.00	6.30	12.40	3.03
S Suspendidos totales (mg/L)	14.80	5.00	14.99	2.39	8.66	5.99	<1.00	6.30	12.40	5.03
Sólidos Disueltos (mg/L)	98.00	122.00	110.00	88.00	102.00	98.00	88.00	84.00	152.00	91.00
Sólidos totales (mg/L)	112.80	127.00	124.99	90.39	110.66	103.99	89.00	90.30	164.40	96.03
Aluminio (mg/L)	0.80	<0.06	<0.06	0.28	0.24	0.21	0.10	0.18	0.46	-----
Arsénico (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.001	-----	-----	<0.001	-----	<0.01	-----
Bario (mg/L)	<0.10	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Berilio (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Boro (mg/L)	<0.50	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cadmio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.005	-----	-----	<0.005	-----	<0.005	-----
Cobalto (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cobre (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.01
Cromo total (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.004	-----	-----	<0.004	-----	<0.004	<0.002
Hierro soluble (mg/L)	0.19	-----	-----	0.06	-----	-----	0.22	-----	0.25	0.32
Manganeso (mg/L)	0.02	-----	-----	0.03	-----	-----	<0.01	-----	0.02	0.007
Mercurio (mg/L)	<0.001	-----	-----	<0.001	-----	-----	<0.001	-----	<0.001	<0.0006
Molibdeno (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Níquel (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.01	-----	-----	<0.01	-----	0.01	<0.002
Plomo (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.002	-----	-----	<0.002	-----	<0.002	<0.0008
Selenio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.001	-----	-----	<0.000004	-----	<0.004	-----
Vanadio (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Zinc (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.03	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.01
Clorofenoles Totales (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	-----
Pentaclorofenoles (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<20.00	<0.02	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	-----

Tabla 19. Comparación de las características fisicoquímicas de la columna de agua en la estación 3 entre los muestreos de Abril a Diciembre del 2004 con las encontradas en Enero del 2005. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2005
Caudal (m ³ /s)	35.60	25.24	107.02	287.60	81.00	99.70	38.90	59.00	32.90	21.13
Temperatura (°C)	12.10	9.90	8.80	8.50	8.50	11.00	14.00	15.30	10.10	20.33
pH	7.60	6.60	7.04	7.10	6.50	6.92	7.33	6.91	7.65	7.15
Conductividad (μS/cm)	33.40	80.50	52.50	33.00	63.30	45.50	117.80	35.60	94.80	85.95
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.25	7.71	5.91	7.16	5.97	10.30	10.09	9.01	9.08	7.43
DBO ₅ (mg/L)	1.00	15.10	1.00	1.00	1.00	2.50	0.50	<1.00	5.70	5.43
DQO (mg/L)	<40.00	33.28	1.53	6.50	<20.00	<20.00	<20.00	23.10	24.80	11.00
Fósforo total (mg/L)	<0.02	0.03	0.05	0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05
Nitratos (mg/L)	0.04	-----	-----	0.21	-----	-----	<0.10	-----	<0.10	0.08
Amonio (mg/L)	<0.004	-----	-----	<0.05	-----	-----	<0.05	-----	<0.05	0.06
Nitrógeno total (mg/L)	1.30	0.31	1.28	<0.10	0.10	0.53	<0.10	0.22	0.25	0.27
SS orgánico (mg/L)	1.40	0.001	0.0004	0.001	0.001	0.00	0.001	0.002	0.00	4.70
SS inorgánico (mg/L)	3.40	5.83	3.99	1.39	13.99	12.99	2.00	4.00	9.20	5.12
S Suspendedos totales (mg/L)	4.80	5.83	3.99	1.39	13.99	12.99	2.00	4.00	9.20	9.83
Sólidos Disueltos (mg/L)	105.00	118.00	82.00	66.00	100.00	104.00	78.00	20.00	122.00	82.00
Sólidos totales (mg/L)	109.80	123.83	85.99	67.39	113.99	116.99	80.00	24.00	131.20	91.83
Aluminio (mg/L)	0.28	<0.06	<0.06	0.36	0.12	0.18	0.05	0.08	0.32	-----
Arsénico (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.0005	-----	-----	<0.0005	-----	<0.006	-----
Bario (mg/L)	<0.10	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Berilio (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Boro (mg/L)	<0.50	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cadmio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	<0.0001
Cobalto (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Cobre (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.02
Cromo total (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.004	-----	-----	<0.004	-----	<0.004	<0.002
Hierro soluble (mg/L)	0.24	-----	-----	0.05	-----	-----	0.23	-----	0.29	0.33
Manganeso (mg/L)	0.02	-----	-----	0.03	-----	-----	<0.01	-----	0.05	0.042
Mercurio (mg/L)	<0.0010	-----	-----	<0.0010	-----	-----	<0.0010	-----	<0.001	<0.0006
Molibdeno (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Níquel (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.01	-----	-----	<0.01	-----	0.06	<0.0053
Plomo (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.002	-----	-----	<0.002	-----	<0.002	<0.0008
Selenio (mg/L)	<0.01	-----	-----	<0.001	-----	-----	<0.000004	-----	<0.004	-----
Vanadio (mg/L)	<0.05	-----	-----	<0.01	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	-----
Zinc (mg/L)	<0.05	-----	-----	0.03	-----	-----	<0.01	-----	<0.01	0.02
Clorofenoles Totales (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	-----
Pentaclorofenoles (ng/L)	<LD	<20.00	<20.00	<20.00	<0.02	<20.00	<20.00	<20.00	<20.00	-----

6.2 Metales pesados en el agua.

6.2.1 Metales pesados en aguas subterráneas.

En el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 se realizó un análisis de datos obtenidos de diversos informes sobre contenidos de metales pesados en aguas subterráneas: el primero corresponde al Estudio de Línea Base presentado por CELCO (Tabla 21); el segundo recopilado por el Servicio de Salud Valdivia para Hierro y Manganeseo, en muestras recolectadas entre los años 2003 y 2004 (Tabla 22), y el tercero preparado por Arenas et al (2004) y que incluye muestras recolectadas antes del 2004.

Tabla 21. Concentración de Hierro y Manganeseo (mg/L) en las aguas subterráneas analizadas en el Estudio de Línea Base presentado por CELCO en 1995. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Muestra	Hierro (mg/L)	Manganeseo (mg/L)
Pozo 1	1.79	<1.0
Pozo 2	<1.0	<1.0
Pozo 3	<1.0	<1.0
Pozo 4	<1.0	<1.0
Pozo 5	<1.0	<1.0

Tabla 22. Ubicación, comuna, fecha de muestreo y concentración de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) (mg/L) en las 42 muestras de aguas subterráneas analizadas por el Servicio de Salud Valdivia. s/i= sin información. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Dirección	Comuna	Fecha de muestreo	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
Ruta 5 Pon-Pon S/N	Mariquina	14 Enero 03	0.01	0.01
Sector Asquee	Mariquina	15 Julio 03	0.01	0.01
Sector Sta. Rosa Lote 8	Mariquina	12 Agosto 03	0.01	0.01
Fundo Tres Ciruelos	Mariquina	22 Enero 04	0.01	0.01
Sector Puile	Mariquina	17 Febrero 04	0.01	0.01
Gustavo Exxs N° 1502	Mariquina	24 Abril 04	0.01	0.01
Sector Meliquina	Mariquina	8 Junio 04	0.01	0.01
Ciruelos S/N	Mariquina	4 Octubre 04	0.01	0.01
Sector Los Cisnes	Mariquina	15 Octubre 04	0.01	0.01
Fundo el Huape Ruta 5 Sur Ciruelos	Mariquina	14 Septiembre 04	0.08	0.01
KM. 790 Ruta 5 Sur	Mariquina	23 Febrero 04	0.11	0.01
Parcela Rucahue, Sector Chonqui	Mariquina	2 Marzo 04	0.11	0.01
Colonia Paillao	Mariquina	23 Junio 04	0.11	0.01
Sector Yeco	Mariquina	4 Noviembre 04	0.11	0.01
RMO Cayaumapu N° 145 Villa Cayumapu	Mariquina	19 Abril 04	0.42	s/i
Sector Pon-Pon	Mariquina	16 Noviembre 04	1.07	0.11
Rucaco km 780	Mariquina	6 Julio 04	2.26	0.16
Sector Pelchuquin	Mariquina	3 Septiembre 04	3.15	0.67
Sector La Misión	Mariquina	15 Octubre 04	10.77	0.8
Sector Toro, Ruta T-350	Valdivia	15 Enero 03	0.01	0.01
Toro Bayo Av.3 S/N	Valdivia	29 Enero 03	0.26	0.01
Toro Bayo	Valdivia	31 Octubre 03	0.09	0.01
Sector Toro Bayo	Valdivia	28 Noviembre 03	0.01	0.46
Toro Bayo	Valdivia	1 Diciembre 03	0.01	0.01
Aguas del Obispo	Valdivia	8 Septiembre 04	0.01	0.01
Parcela N° 13 Los Cisnes	Valdivia	29 Septiembre 04	0.01	0.01
Parcela 50 Riberas de Miraflores	Valdivia	25 Octubre 04	0.01	0.01
Parcela 9 Pasaje Dahue Paillao	Valdivia	27 Octubre 04	0.01	0.01
Mehuín N° 74: Condominio Los Notros	Valdivia	2 Febrero 04	0.05	s/i
Cabo Blanco	Valdivia	23 Agosto 04	0.08	0.01
Parcela Santa Rosa Cabo Blanco	Valdivia	6 Octubre 04	0.13	0.01
Parcela 1 Cabo Blanco S/N	Valdivia	15 Octubre 04	0.14	0.01
Parcela 26 el Rebellin	Valdivia	6 Diciembre 04	0.14	0.01
Los Pellines	Valdivia	12 Noviembre 04	0.17	0.01
Cabo Blanco	Valdivia	23 Julio 04	0.19	0.01
Parcela 31-A Paillao	Valdivia	27 Diciembre 04	0.2	0.01
Loteo Los Cisnes: Parcela N°86	Valdivia	3 Agosto 04	0.4	0.2
Sector Quitacalzon	Valdivia	23 Agosto 04	0.42	s/i
Sector Estancilla km. 8	Valdivia	26 Noviembre 04	0.94	0.17
Sector Toro Bayo, Camino Niebla	Valdivia	23 Julio 04	1.36	0.01
Lote B-2 Cabo Blanco	Valdivia	10 Marzo 04	1.53	0.6
AV. Siete S/N Valdivia –Niebla	Valdivia	21 Enero 04	1.8	0.01

6.2.2. Metales pesados en la columna de agua.

En el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 se realizaron distintos análisis de las concentraciones de metales contenidos en la columna de agua tanto para el Río Cruces y el Humedal del mismo, como para humedales adyacentes.

Podemos básicamente señalar la presencia de datos de distinto origen, la primera corresponde a muestras compuestas obtenidas en tres estaciones Río Arriba del Humedal y una en el Cabezal de este. De los 9 metales analizados en este estudio, sólo el Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre fueron detectados en todas las muestras analizadas, el Cromo no fue detectado en ninguna de ellas (límite de detección 0.002 mg/L), el Níquel sólo en dos muestras de la estación 3 (valores de 0.003 y 0.021 mg/L, límite de detección 0.002 mg/L) y el Mercurio en una muestra de la estación 1a y en una muestra de la estación 2 (límite de detección 0.0006 mg/L). El Plomo fue detectado (límite de detección 0.0008 mg/L) en muestras de aguas superficiales de la estación 1a y 1b (valores entre 0.0008 y 0.001 mg/L) y en cinco muestras de la estación 3 (valores entre 0.001 y 0.007 mg/L).

El Cadmio no fue detectado en las aguas de la estación 3 (límite de detección 0.0001 mg /L), siendo detectado en las dos muestras de aguas de fondo de las estación 1a (valores de 0.001 y 0.002 mg/L) y de las estación 2 (valor de 0.320 mg/L) y en todas las muestras (n=4) de la estación 1b con valores entre 0.0004 y 0.0062 mg/L). Los metales pesados con mayores concentraciones y que fueron detectados en todas las muestras analizadas fueron el Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre los cuales fueron analizados, encontrándose las mayores concentraciones para el Hierro soluble (entre 0.146 y 373 mg/L), seguido del Manganeso (entre 0.007 y 0.015 mg/L), Zinc (entre 0.007 y 0.025 mg/L) y Cobre

(entre 0.010 y 0.017 mg/L) (Tabla 23). Además se encontraron diferencias entre estaciones.

El otro muestreo corresponde a uno realizado en las mismas estaciones anteriormente mencionadas haciendo una comparación entre el fondo y la superficie (Tabla 24).

Tabla 23. Concentración de metales pesados (mg/L) en las aguas de las estaciones 1a, 1b, 2 y 3. Los valores corresponden a promedios ($n = 4$ en las estaciones 1a, 1b y 2 y $n = 6$ en estación 3) con la desviación estándar en paréntesis. Se entregan los valores de F y P resultantes de los análisis de varianza de una vía y los del test a posteriori "Tukey HSD". (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Hierro soluble	Manganeso	Zinc	Cobre
estación 1a	0.146 (0.161)	0.015 (0.010)	0.007 (0.003)	0.014 (0.006)
estación 1b	0.373 (0.069)	0.051 (0.020)	0.025 (0.004)	0.015 (0.012)
estación 2	0.318 (0.010)	0.007 (0.004)	0.011 (0.009)	0.010 (0.001)
estación 3	0.333 (0.033)	0.042 (0.005)	0.015 (0.007)	0.019 (0.013)
F	5.71	16.24	6.59	1.17
P	0.009	< 0.001	0.005	0.355
Tukey HSD	1a < 1b = 2 = 3	1a = 2 < 1b = 3	1b > 1a = 2 = 3	1a = 1b = 2 = 3

Tabla 24. Concentraciones de Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre (mg/L) en las aguas de superficie y fondo de las cuatro estaciones de muestreo en el río Cruces. Los valores son promedios de dos muestras. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	estación 1a	estación 1b	Estación 2	estación 3
Hierro soluble				
superficie	0.285	0.425	0.320	0.328
fondo	0.007	0.320	0.315	0.345
Manganeso				
superficie	0.023	0.068	0.004	0.044
fondo	0.007	0.034	0.009	0.039
Zinc				
superficie	0.009	0.024	0.010	0.018
fondo	0.005	0.026	0.012	0.009
Cobre				
superficie	0.013	0.024	0.010	0.019
fondo	0.015	0.006	0.010	0.018

También se realiza una comparación con los datos de la línea base de Celco para las mismas cuatro estaciones (Tabla 24) acompañadas de un muestreo específico en el mes de Enero del 2005 para Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre en la columna de agua de las tres estaciones analizadas se presentan en la Tabla 25, donde en general, las concentraciones de Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre se mantuvieron en el rango de variación de las concentraciones correspondientes a la línea de base histórica (Tabla 25).

Finalmente y debido a la extraña coloración que presentó el Río Cruces durante la realización del estudio, se realizó una comparación de las concentraciones de ciertos metales pesados en las aguas de tres estaciones al interior del Humedal del Río Cruces (e.g. San Luis, Santa María, Cabo Blanco) una a la entrada del canal mareal Cau Cau y una en el Río Calle Calle (Tabla 26).

Tabla 25. Comparación de valores históricos y actuales (Enero del 2005) de la concentración de Hierro soluble, Manganeso, Zinc y Cobre (mg/L) en la columna de agua de las estaciones 1, 2 y 3 en el río Cruces. Los datos históricos corresponden a muestras puntuales (n = 1) mientras que los datos de Enero del 2005 corresponden a promedios (n = 4 en estaciones 1a y 2; n = 6 en estación 3). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	Hierro soluble	Manganeso	Zinc	Cobre
estación 1a				
Jun-95	0.290	0.023	0.000	0.009
Jul-95	0.020	0.030	0.004	0.001
Ago-95	-----	-----	-----	-----
Oct-95	-----	-----	-----	-----
Nov-95	-----	-----	-----	-----
Dic-95	0.040	0.009	0.002	0.002
Ene-96	-----	-----	-----	-----
Feb-96	-----	-----	-----	-----
Sep-02	0.380	0.032	< 0.001	< 0.005
Mar-03	0.400	0.019	0.003	< 0.005
Sep-03	0.130	0.010	0.004	< 0.005
Ene-05	0.146	0.015	0.007	0.014
estación 2				
Jun-95	0.260	0.026	0.003	0.012
Jul-95	0.050	0.026	0.003	0.001
Ago-95	-----	-----	-----	-----
Oct-95	-----	-----	-----	-----
Nov-95	-----	-----	-----	-----
Dic-95	0.120	0.004	0.002	0.001
Ene-96	-----	-----	-----	-----
Feb-96	-----	-----	-----	-----
Sep-02	0.200	0.006	< 0.001	< 0.005
Mar-03	0.460	0.027	0.330	< 0.005
Sep-03	0.100	0.008	0.003	< 0.005
Ene-05	0.318	0.007	0.011	0.010
estación 3				
Jun-95	0.450	0.038	0.005	0.008
Jul-95	0.120	0.021	0.005	0.002
Ago-95	-----	-----	-----	-----
Oct-95	-----	-----	-----	-----
Nov-95	-----	-----	-----	-----
Dic-95	0.110	0.025	0.003	0.027
Ene-96	-----	-----	-----	-----
Feb-96	-----	-----	-----	-----
Sep-02	0.530	0.010	< 0.001	< 0.005
Mar-03	2.530	0.037	0.060	< 0.005
Sep-03	0.140	0.007	0.004	< 0.005
Ene-05	0.333	0.042	0.015	0.019

Tabla 26. Concentración de metales pesados en las aguas del Santuario y Humedales adyacentes. Las concentraciones de todas las variables se expresan en mg/L. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	San Luis	Santa Maria	Cabo Blanco	Canal Mareal Cau-Cau	Estuario Calle-Calle (ca. Puente Calle-Calle)
Fecha	29/12/04	29/12/04	29/12/04	29/12/04	29/12/04
Hierro	0.044	0.017	0.038	0.006	0.007
Manganeso	0.021	0.0035	0.0044	0.001	0.001
Cobre	0.014	0.0042	0.005	0.0025	0.003
Cromo	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Níquel	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Plomo	0.0071	0.002	0.002	0.002	0.002
Zinc	0.0001	0.006	0.0048	0.0019	0.0021
Cadmio	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Mercurio	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Fecha	15/01/05	15/01/05	15/01/05	15/01/05	15/01/05
Hierro	0.31	0.48	0.41	0.091	0.067
Manganeso	0.08	0.14	0.12	0.0095	0.0081
Cobre	0.027	0.01	0.011	0.034	0.01
Cromo	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Níquel	< 0.007	< 0.003	< 0.003	0.005	< 0.003
Plomo	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.003
Cinc	0.012	0.014	0.0087	0.0082	0.0075
Cadmio	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006

6.3 Metales Pesados en Rocas, Suelos y Sedimentos.

6.3.1. Metales Pesados en Rocas.

En el "Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final" realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 se entrega una completa revisión bibliográfica de los metales pesados en rocas en distintas zonas aledañas al Humedal. De hecho se menciona que son notables los contenidos de Niquel (0,24%) y Cromo (0,16 %). Por otra parte se menciona que un trabajo de Zamarsky y colaboradores en 1973, las serpentinitas en la provincia de Valdivia y que enriquecen naturalmente los cauces fluviales con Niquel, indicándose que los contenidos de Cobre (75 µg/g), Plomo (30 - 41 µg/g) y Zinc (65 - 78 µg/g) en esquistos. En esta revisión se menciona además que otros estudios encuentran en las serpentinitas y los esquistos de la Cordillera de la Costa, entre 38° y 41° S, los siguientes contenidos promedio de Cromo=48 µg/g, Cobre=28 µg/g, Niquel=31 µg/g y Zinc=62 µg/g. En esquistos y rocas volcánicas y sedimentarias de la Cordillera de la Costa se encuentra Cromo=194 µg/g, Cobalto=34 µg/g, Niquel=46 µg/g, Cobre=60 µg/g, Zinc=96 µg/g), mientras que en los de esquistos grises: Cromo=169 µg/g, Cobalto=23 µg/g, Niquel=32 µg/g, Cobre=40 µg/g), Zinc=99 µg/g, y en rocas volcánicas de origen continental: Cromo=166 µg/g, Cobalto=26 µg/g, Niquel=34 µg/g, Cobre=37 µg/g, Zinc=106 µg/), y en rocas volcánicas y sedimentarias continentales con intercalaciones marinas Cromo=36 µg/g, Cobalto 25 µg/g, Cobre=95 µg/g, Zinc=117 µg/g. También en la misma revisión se menciona un trabajo de Vivallo et al (1988) quienes encontraron rangos de Cromo=283-590 µg/g, Cobre=45-85 µg/g y Niquel=179-316 µg/g.

6.3.2. Metales Pesados en Suelos.

En el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 se entrega una Tabla que menciona los resultados obtenidos de un estudio realizado en conjunto por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y el Instituto de Geociencias de la UACH. Estos datos muestran que los metales pesados son más abundantes en la fracción fina (fango) de los suelos, y los con mayor concentración corresponden a Cobre, Zinc y Vanadio (Tabla 43).

6.3.3. Metales Pesados en Sedimentos.

En el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Informe final” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 se menciona un estudio de metales pesados en sedimentos fluviales de la provincia de Valdivia realizado por Grys (1961), quien determinó una variabilidad para Cobre, Plomo y Zinc de 20-30 µg/g, 0-30 µg/g y ≤ 30 µg/g, respectivamente.

La información disponible para el Santuario y áreas aledañas corresponde a datos de Línea Base (Julio y Diciembre de 1995) del EIA Proyecto Valdivia (CELCO) en Campos, H. (1996) “Investigación sobre la calidad del agua del río Cruces y estudios limnológicos” que entrega resultados de monitoreos realizados en 8 estaciones ubicadas en el río Cruces (Loncoche, Lanco, sector Rucaco, antes de San José de la Mariquina, después de San José de la Mariquina) y en el Santuario (ingreso al humedal, centro del humedal y sector somero del humedal) aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, litio, manganeso, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, vanadio, zinc y molibdeno.

Información posterior se encuentra en el “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia – Segundo informe de avance” realizado por la Universidad Austral de Chile (UACH) entre fines de 2004 y principios de 2005 que entrega resultados de muestreos de sedimentos asociados a la colecta de especímenes de Luchecillo (*Egeria densa*) realizada en 7 estaciones el 24 de Noviembre de 2004 y 26 estaciones el 22 de Diciembre de 2004. Paralelamente, el 23 de Noviembre de 2004 se obtuvieron muestras en el río Cruces, aguas arriba del santuario. En el informe se encuentran análisis texturales, granulométricos y materia orgánica del sedimento, concentración de metales pesados (Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre, Níquel, Cromo, Plomo, Cadmio y Mercurio), concentración de compuestos orgánicos, nutrientes, cationes y aniones (Tablas 28 y 29).

Por otra parte, Pino y Fuentes (2001) analizan la carga en 11 sitios al interior del área protegida, cubriendo Cobre, Plomo, Níquel, Cobalto, Zinc, Cromo, Vanadio, Aluminio, Cadmio, Litio, Arsénico y Mercurio, mientras que Villalobos (1997) analizan sedimentos de un sitio en río Cruces, encontrando altas concentraciones de Cromo (57,75 a 94,8 ppm) y Níquel (19,5 a 65,95 ppm) que atribuye a Serpentinita del basamento metamórfico en las cercanías (Tabla 30).

Tabla 27. Porcentajes de fango, arena, grava, agregados biogénicos y materia orgánica total de los sedimentos recolectados en el Santuario y humedales adyacentes.

Estación	fango	arena	grava	agregados biogénicos	materia orgánica total
Muestreo realizado el 24-11-2004					
Fuerte San Luis 1 (1)	38.94	52.63	3.04	5.38	19.56
Cayumapu 1 (2)	20.26	65.50	9.95	4.30	13.24
Fronte San Ramón (3)	78.65	11.77	0.11	9.47	16.43
San Ramón 1 (4)	70.87	23.25	0.13	5.76	10.81
Punucapa 1 (5)	44.96	44.13	4.72	6.19	16.10
Punucapa 2 (6)	75.62	16.34	0.16	7.37	11.26
Río Calle-Calle 1 (7)	48.66	42.56	5.48	3.31	6.01
Muestreo realizado el 22-12-2004					
Fuerte San Luis 2 (8)	45.52	43.01	4.79	6.89	18.42
Sito histórico (9)	71.91	24.60	0.49	3.00	15.78
Nanihue 1 (10)	88.49	4.48	3.45	3.57	31.25
Nanihue 2 (11)	89.26	2.31	1.41	7.01	27.78
San Antonio (12)	89.99	1.04	0.06	8.90	21.93
Cudico 1 (13)	89.16	1.12	0.11	9.51	24.53
Cudico 2 (14)	83.21	10.35	0.74	5.70	23.14
Santa María 1 (15)	79.06	12.10	0.04	0.00	17.72
Santa María 2 (16)	59.59	24.17	0.38	15.96	25.61
Santa María 3 (17)	45.79	34.76	7.41	12.01	27.47
Pichoy 1 (18)	86.80	5.50	0.10	7.60	17.06
Pichoy 2 (19)	82.50	9.87	0.07	7.55	19.16
Pichoy 3 (20)	85.49	7.97	0.04	6.51	19.41
Cayumapu 2 (21)	80.80	9.72	0.03	9.15	19.50
Cayumapu 3 (22)	75.77	11.58	0.05	12.51	23.08
Cayumapu 4 (23)	82.95	13.44	8.72	14.90	35.95
Cayumapu 5 (24)	72.27	9.01	7.62	11.09	40.07
Chorocameyo (25)	43.74	33.06	15.49	7.71	33.88
Tambillo 1 (26)	78.87	11.79	0.16	9.73	20.79
Tambillo 2 (27)	56.35	32.68	1.89	9.08	22.58
San Ramón 2 (28)	73.91	14.05	0.37	11.57	16.77
San Ramón 3 (29)	76.66	6.67	13.48	3.19	28.30
Punucapa 3 (30)	59.48	30.67	0.78	9.08	13.81
Cabo Blanco (31)	83.69	12.64	0.51	3.16	12.86
Río Yaldivia (32)	56.12	38.18	0.14	5.57	6.72
Río Calle-Calle 2 (33)	71.75	23.88	0.91	3.46	7.48

Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia.

Tabla 28. Concentración de metales pesados contenidas en los distintos sedimentos de las estaciones al interior del Rio Cruces y del Rio Calle Calle,

Estación	Hierro	Manganeso	Zinc	Cobre	Niquel	Cromo	Plomo	Cadmio	Mercurio
Muestreo realizado el 24-11-2004									
Fuerte San Luis 1 (1)	41271.00	1001.00	190.00	43.20	16.50	12.00	< 2.00	0.25	0.12
Cayumapu 1 (2)	49282.00	979.00	179.00	41.00	11.20	14.40	< 2.00	0.38	0.27
Frente San Ramón (3)	49322.00	1143.00	135.00	41.00	11.70	16.20	< 2.00	0.23	0.16
San Ramón 1 (4)	38672.00	462.00	129.00	46.90	20.10	18.40	6.05	< 0.06	0.05
Punucapa 1 (5)	37769.00	414.00	138.00	41.00	18.70	14.90	7.27	< 0.06	0.07
Punucapa 2 (6)	45639.00	694.00	139.00	46.00	21.10	17.90	7.12	< 0.06	0.07
Río Calle-Calle 1 (7)	28059.00	309.00	163.00	39.00	13.80	12.90	7.27	< 0.06	0.07
Muestreo realizado el 22-12-2004									
Fuerte San Luis 2 (8)	47134.00	1580.00	134.00	74.10	24.00	13.40	8.61	< 0.10	0.09
Sitio Histórico (9)	46488.00	1234.00	121.00	71.00	23.90	12.10	7.68	< 0.10	0.09
Nanihue 1 (10)	79740.00	2035.00	111.00	51.60	14.40	10.00	5.99	< 0.10	0.08
Nanihue 2 (11)	48056.00	1246.00	84.30	55.80	15.10	11.00	5.77	< 0.10	0.09
San Antonio (12)	37195.00	898.00	90.10	56.70	18.20	10.70	6.52	< 0.10	0.08
Cudico 1 (13)	36343.00	677.00	74.30	51.80	17.50	7.80	5.84	< 0.10	0.08
Cudico 2 (14)	36243.00	500.00	91.50	54.20	17.40	11.50	7.94	< 0.10	0.08
Santa María 1 (15)	45352.00	2174.00	107.00	72.40	18.90	11.50	7.88	< 0.10	0.07
Santa María 2 (16)	38588.00	1859.00	116.00	64.30	22.20	11.00	6.28	< 0.10	0.14
Santa María 3 (17)	33301.00	739.00	124.00	54.30	30.30	13.40	6.07	< 0.10	0.10
Pichoy 1 (18)	45019.00	2451.00	141.00	64.20	19.30	12.30	7.73	< 0.10	0.08
Pichoy 2 (19)	48219.00	3875.00	102.00	53.60	20.10	11.50	8.25	< 0.10	0.79
Pichoy 3 (20)	42305.00	1680.00	103.00	56.90	20.20	10.70	8.67	< 0.10	0.10
Cayumapu 2 (21)	42712.00	1534.00	96.10	63.50	18.60	13.00	7.63	< 0.10	0.09
Cayumapu 3 (22)	44440.00	1729.00	100.00	65.90	19.40	12.60	7.82	< 0.10	0.08
Cayumapu 4 (23)	38774.00	1714.00	130.00	65.10	18.30	11.10	8.69	< 0.10	0.10
Cayumapu 5 (24)	25363.00	240.00	118.00	58.70	17.00	10.30	8.11	< 0.10	0.10
Chorocamayo (25)	32544.00	350.00	107.00	62.30	16.40	8.80	6.51	0.13	0.08
Tambillo 1 (26)	44546.00	1096.00	102.00	68.90	21.50	15.40	5.85	< 0.10	0.08
Tambillo 2 (27)	39965.00	597.00	108.00	53.80	23.20	14.30	3.04	< 0.10	0.10
San Ramón 2 (28)	42853.00	729.00	100.00	63.50	20.60	13.10	6.28	< 0.10	0.08
San Ramón 3 (29)	24532.00	265.00	80.70	50.80	17.90	11.20	7.81	< 0.10	0.08
Punucapa 3 (30)	41129.00	535.00	106.00	68.50	19.70	15.00	4.92	< 0.10	0.07
Cabo Blanco (31)	43101.00	691.00	104.00	67.60	21.80	16.20	7.80	< 0.10	0.08
Río Valdivia (32)	27199.00	272.00	164.00	58.30	13.50	9.90	18.80	< 0.10	0.08
Río Calle-Calle 2 (33)	31492.00	396.00	99.10	47.90	13.20	8.10	7.25	< 0.10	0.04

Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia.

Tabla 29. Concentración de metales pesados en 11 muestras de sedimentos submareales pertenecientes a la cuenca del estuario del río Cruces (5 cm superiores del sedimento), separados en las fracciones arena (> 63µm) y fango (< 63µm). ". (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Fracción arena											
Estación	5	6	7	8	9	23	36	37	38	39	40
Cobre	43	18	67	37	26	41	42	82	15	81	150
Plomo	5	4	8	9	7	82	7	143	4	39	329
Níquel	19	20	11	19	9	26	16	23	20	33	33
Cobalto	16	14	20	15	8	15	24	14	14	18	25
Zinc	52	37	106	65	30	73	66	139	37	133	200
Cromo	27	31	30	32	24	66	28	50	25	53	43
Vanadio	135	51	228	117	90	111	172	107	61	107	125
Aluminio	300	200	500	300	300	300	400	300	200	300	400
Cadmio	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25
Litio	11	10	22	13	8	22	10	17	12	13	14
Arsénico	10	10	11	10	10	16	14	24	13	22	22
Mercurio	80	20	37	61	26	71	20	107	20	147	125
Fracción fango											
Cobre	84	59	109	54	77	54	70	42	54	60	52
Plomo	16	18	8	21	20	12	16	12	18	18	17
Níquel	21	37	14	20	22	26	22	18	42	29	23
Cobalto	21	31	24	19	16	15	27	10	27	18	21
Zinc	96	97	148	107	69	84	112	74	110	76	96
Cromo	39	62	17	41	43	61	49	40	89	63	44
Vanadio	207	134	268	140	242	142	236	107	155	127	144
Aluminio	900	400	1200	500	1000	300	1000	300	400	500	400
Cadmio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Litio	15	24	13	23	23	25	18	20	28	18	15
Arsénico	10	10	11	10	10	16	14	24	17	22	22
Mercurio	124	103	25	118	86	74	53	144	88	161	125

Por otra parte Quiroz et al. (1992) realiza estudios preliminares en el río Calle-Calle de metales pesados en la columna de agua y sedimentos, encontrando presencia importante de contaminantes.

También se han realizado otros estudios en el estuario del río Valdivia por ejemplo Nelson (1996) determinó contenidos de Cadmio, Plomo, Cobre, Cromo y Zinc en los sedimentos de varias estaciones incluyendo una estación en la boca del estuario del río Cruces donde obtuvo valores de 1.5, 8.1, 16.9, 57.1 y 19.0 $\mu\text{g/g}$, respectivamente.

Contreras (1998) y Fuentes (2000) reportan una alta variabilidad espacial y temporal en las concentraciones que atribuyen a aportes naturales y efecto de fuentes antrópicas puntuales de la ciudad de Valdivia sobre el sistema estuarial. Los metales analizados en estos estudios son Arsénico, Cobre, Cromo, Cadmio, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc.

También en sedimentos estuariales de áreas con baja energía cinética, Villalobos (1997) (Tabla 46) determinó contenidos de Arsénico, Cromo, Cobre, Níquel, Plomo y Zinc, provenientes de 13 sitios ubicados en los estuarios de los ríos Cruces, Cau-Cau, Calle-Calle, Valdivia, Guacamayo, Tornagaleones, Cantera, Angachilla, Naguilán y Futa. Este mismo autor determinó en dos estaciones ubicadas en el canal Cau-Cau y en el estuario Cruces (cerca de Punucapa) (primeros 5 cm del sedimento) concentraciones de Cromo, Cobre, Níquel, Plomo y Zinc iguales a 39, 26, 13, 7, 59 y 89, 55, 66, 8 y 67 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. La Tabla 5 muestra el promedio y la desviación estándar de las concentraciones de metales pesados para estas estaciones, considerando la totalidad de los intervalos muestreados (cada 5 cm) entre la superficie y 22 cm (Cau-Cau) y hasta 30 cm en el caso del estuario del río Cruces.

Tabla 30. Promedio y desviación estándar de la concentración de metales pesados ($\mu\text{g/g}$) obtenidos de testigos muestreados cada 5 cm en el canal Cau-Cau y el estuario del río Cruces (Villalobos, 1997). (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Metal	Canal mareal Cau-Cau	Estuario del río Cruces
Cromo	35 \pm 6	84 \pm 12
Cobre	31 \pm 4	57 \pm 4
Níquel	31 \pm 11	45 \pm 18
Plomo	7 \pm 1	8 \pm 1
Zinc	66 \pm 10	75 \pm 14

6.4 Biogeoquímica de fondos sedimentarios

Existe información generada por el informe final de UACH en muestreos de testigos en 5 lugares al interior del Santuario. Los resultados indican extinción de oxígeno entre 2 y 4 mm. de la superficie, con importantes valores negativos de Eh en la columna sedimentaria, aunque no detectan presencia de Anhídrido Sulfuroso (H_2S) por lo que indicaría la dominancia de procesos oxidativos Tabla 31.

Tabla 31. Consumo de oxígeno (micromoles de oxígeno por litro de agua x metro cuadrado x día) de los sedimentos recolectados en Santuario. Los valores son promedios \pm 1 desviación estándar. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Estaciones	micromol $\text{L}^{-1}\text{d}^{-1}$
estación 1	75,4 \pm 39
estación 2	123.4 \pm 85
estación 3	113.3 \pm 56
estación 4	60.2 \pm 30
estación 5	80.6 \pm 41

6.5. Geocronología de concentraciones de metales pesados.

La información disponible se encuentra en el informe final de UACH producto de muestras obtenidas en Noviembre de 2004. Los resultados que se entregan se basan en una aproximación indirecta cuya referencia es la presencia de paleo suelo atribuidas al Tsunami de 1960. A la fecha de impresión del estudio no se contó con los resultados de ^{210}Pb , por lo que se asumió una tasa de acumulación aparente de los horizontes desde el evento de 1960 a la superficie (44 años). Los inventarios se realizaron sobre 11 metales pesados: Hierro, Aluminio, Manganeso, Vanadio, Cromo, Níquel, Litio, Plomo, Molibdeno y Cadmio. Se observó un gradiente negativo de concentración desde la parte alta del santuario y una precipitación alta de metales en los 4 mm. de profundidad, la que se atenúa hacia la superficie. Los metales mejor representados fueron Aluminio, Hierro y Manganeso (Tablas 31, 32, 33, 34 y 35).

Tabla 31. Inventarios de los once metales pesados medidos e integrados desde la superficie hasta 2 mm de profundidad, hasta 4 mm de profundidad y hasta el fondo del testigo de sedimento recolectado en la estación 1. Valores en mg/m^2 , con excepción de aquellos para Hierro, Aluminio y Manganeso que se expresan en kg/km^2 . (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	superficie a 2 mm	superficie a 4 mm	superficie a fondo del testigo
Hierro	2.5×10^{-5}	6.7	553.1
Aluminio	3.5×10^{-5}	9.3	764
Manganeso	6.1×10^{-7}	0.1	13.0
Vanadio	9.0×10^{-5}	21.7	1920.7
Cromo	4.1×10^{-5}	10.1	884.7
Cobre	2.3×10^{-5}	4.6	550.8
Níquel	2.1×10^{-5}	4.1	440.2
Litio	5.5×10^{-6}	1.4	149.4
Plomo	1.3×10^{-5}	2.5	148.7
Molibdeno	4.0×10^{-7}	0.1	10.3
Cadmio	2.3×10^{-7}	0.1	5.2

Tabla 32. Inventarios de los once metales pesados medidos e integrados desde la superficie hasta 2 mm de profundidad, hasta 4 mm de profundidad y hasta el fondo del testigo de sedimento recolectado en la estación 2. Valores en mg/m², con excepción de aquellos para Hierro, Aluminio y Manganeso que se expresan en kg/km². (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	superficie a 2 mm	superficie a 4 mm	superficie a fondo del testigo
Hierro	6x10 ⁻⁵	4.2	448.4
Aluminio	7.6x10 ⁻⁵	5.4	572.3
Manganeso	1.7x10 ⁻⁶	0.1	12.8
Vanadio	2.4x10 ⁻⁴	17.9	1806.6
Cromo	1.2x10 ⁻⁴	8.7	934.3
Cobre	6.8x10 ⁻⁵	5.1	517.1
Níquel	3.5x10 ⁻⁵	4.5	303.7
Litio	5.9x10 ⁻³	2.7	498.9
Plomo	2.0x10 ⁻⁵	1.6	142.7
Molibdeno	2.4x10 ⁻⁶	0.1	7.6
Cadmio	9.2x10 ⁻⁷	0.2	18.9

Tabla 33. Inventarios de los once metales pesados medidos e integrados desde la superficie hasta 2 mm de profundidad, hasta 4 mm de profundidad y hasta el fondo del testigo de sedimento recolectado en la estación 3. Valores en g/m², con excepción de aquellos para Hierro, Aluminio y Manganeso que se expresan en kg/km². (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminucion Poblacional de Aves Acuaticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	superficie a 2 mm	superficie a 4 mm	superficie a fondo del testigo
Hierro	2.6	3.9	20.4
Aluminio	3.2	4.7	25.4
Manganeso	0.1	0.1	0.60
Vanadio	10.1	15.2	76.8
Cromo	5.1	7.7	40.2
Cobre	3.7	5.1	21.7
Niquel	3.1	4.0	16.4
Litio	0.8	3.5	178.2
Plomo	1.0	1.5	6.5
Molibdeno	0.0	0.1	0.3
Cadmio	0.2	0.2	1.1

Tabla 34. Inventarios de los once metales pesados medidos e integrados desde la superficie hasta 2 mm de profundidad, hasta 4 mm de profundidad y hasta el fondo del testigo de sedimento recolectado en la estación 4. Valores en g/m², con excepción de aquellos para Hierro, Aluminio y Manganeso que se expresan en kg/km². (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	superficie a 2 mm	superficie a 4 mm	Superficie a fondo del testigo
Hierro	8.1	22.7	999.9
Aluminio	10.2	29.1	1302.0
Manganeso	0.2	0.6	27.4
Vanadio	31.2	89.2	3816.5
Cromo	16.6	47.3	2065.8
Cobre	9.1	25.7	1174.0
Níquel	5.3	15.8	797.6
Litio	3.2	9.6	484.9
Plomo	2.8	7.7	324.5
Molibdeno	0.2	0.3	18.4
Cadmio	0.5	1.4	63.6

Tabla 35. Inventarios de los once metales pesados medidos e integrados desde la superficie hasta 2 mm de profundidad, hasta 4 mm de profundidad y hasta el fondo del testigo de sedimento recolectado en la estación 5. Valores en g/m², con excepción de aquellos para Hierro, Aluminio y Manganeso que se expresan en kg/km². (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

	superficie a 2 mm	superficie a 4 mm	superficie a fondo del testigo
Hierro	8.4	25.8	1149.3
Aluminio	10.3	32.5	1484.1
Manganeso	0.3	0.7	24.2
Vanadio	24.2	74.8	4185.4
Cromo	12.6	36.9	2390.1
Cobre	8.5	28.2	1152.7
Níquel	6.6	24.5	1107.6
Litio	4.3	14.4	713.8
Plomo	2.3	9.1	290.8
Molibdeno	0.2	0.5	19.1
Cadmio	0.1	0.4	13.3

6.6. Perfiles de metales pesados en sedimentos del santuario.

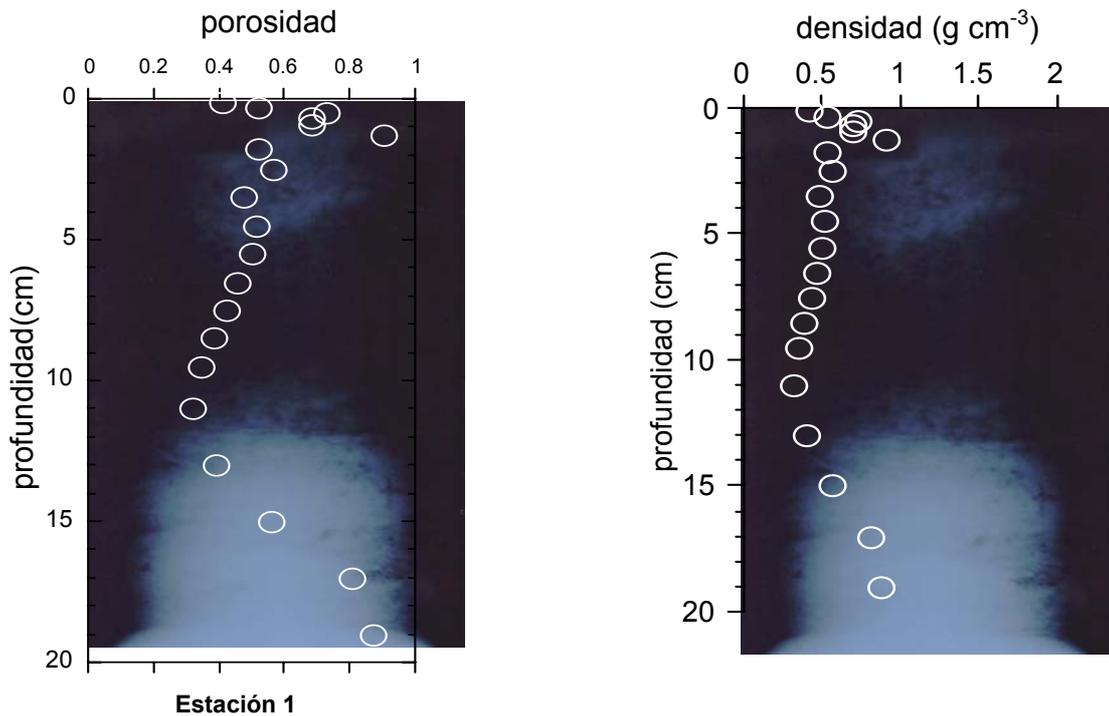
Información disponible en informe final de UACH. Estratigrafía basada en la utilización de un horizonte estratigráfico (Tsunami, 1960), marcador utilizado para determinar una tasa de sedimentación constante para las últimas 4 décadas (Tabla 36).

Tabla 36. Tasa aparente de sedimentación en las estaciones estudiadas expresadas en milímetros por año. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).

Estación	milímetros por año
Estación 1	3.08 + 0.12
Estación 2	3.50 + 0.10
Estación 3	2.95 + 0.01
Estación 4	3.16 + 0.24
Estación 5	4.14 + 0.25

El estudio muestra interesantes resultados que pueden ser clarificadores para el entendimiento de la dinámica del sistema sedimentario. Convenientes serían trabajos posteriores con datación a través de ^{210}Pb y análisis de testigos cada 2 mm. en toda su extensión (Tabla 36 y Figura 22).

Figura 22. Radiografía del testigo de sedimento recolectado en la estación 1. Se agregan superpuestos los perfiles de porosidad y densidad del mismo testigo. Se observa claramente el cambio de facie entre los 13 y 14 centímetros, horizonte asociado al Tsunami de 1960. (Tomado del Estudio Sobre Origen de Mortalidades y Disminución Poblacional de Aves Acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia).



6.7. Residuos industriales líquidos.

Para el río Cruces y el Santuario se registran los datos de Línea Base del EIA Proyecto Valdivia (CELCO) que entrega descripción puntual (agosto y septiembre, 1995) de 9 descargas de residuos líquidos domésticos e industriales del río Cruces originadas por actividades agropecuarias y ciudades aledañas, los monitoreos del efluente de CELCO y muestreos de dos días de duración, realizados por UACH en 2005, de los efluentes de aguas servidas aguas arriba del sector Curaco e información de monitoreos de los riles de Plantas de Áridos.

En este informe al realizar comparaciones entre las cargas totales presentes en el río de los distintos aportes de las actividades industriales se desprende que deben existir otras fuentes que deben ser encontradas.

Por otra parte, Segovia (1986) y Ponce (1988) realizaron estudios sobre contenidos fecales en los alrededores de la ciudad de Valdivia encontrando altos valores de Coliformes. Esta situación evidentemente ha cambiado, debido principalmente al tratamiento que se le realiza a las aguas servidas de las distintas localidades.

6.8. Situación Actual.

En base a los antecedentes registrados, se puede decir que la situación del humedal del Río Cruces aparentemente no ha variado con lo observado durante el año 2005. La coloración de las aguas dentro del humedal volvió a tener la misma intensidad que las registradas durante el verano del 2004 - 2005 y la composición química de estas se mantuvo en los mismos niveles que durante esa temporada (Comentarios personales de Edo. Jaramillo). Por lo tanto se puede especular que las condiciones ambientales serán similares para la temporada estival 2006-2007, siempre y cuando las condiciones ambientales no cambien drásticamente en los próximos meses y esto tenga como resultado un aumento explosivo de la cobertura vegetal.

Pero, según la información recopilada hasta la fecha, no se ha observado un aumento explosivo de la planta acuática *Egeria densa* dentro del humedal, detectándose solo pequeños parches de esta especie en lugares bien específicos y profundos.

La falta de esta macrofitas, por consiguiente, provoca la ausencia casi total de Cisnes de Cuello Negro y de Taguas, las aumentan solo al bajar los caudales durante el período estival y por la llegada de individuos jóvenes de otras áreas del

país y que se quedan esporádicamente ya sea por filopatría o por cambios de plumaje. Por otro lado al no haber alimento en grandes cantidades, estas aves se concentran en las zonas donde evidentemente existe mayor disponibilidad de este recurso. Esto conlleva a que los las posturas de huevos se realicen en zonas ubicadas fuera del santuario, donde no existen las condiciones propicias para hacerlo ya que no existe la protección adecuada en estos lugares, quedando a merced de depredadores naturales, así como de perros y gatos en sectores urbanos.

Entre algunos de los estudios o trabajos que han planteado algunas hipótesis que deben ser o ya han sido evaluadas tenemos:

- a. Evaluación de la condición ambiental del río Cruces, del Servicio Agrícola y Ganadero, Abril 2005.
- b. Informe Anual 2005 a ARAUCO, del Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB) de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- c. Comentarios sobre el Informe Final de la Universidad Austral de Chile para la Dirección Regional de CONAMA X Región de Los Lagos, “Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la provincia de Valdivia”, del Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB) de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- d. Informe medición de dioxinas y furanos, Celulosa Valdivia, elaborado por SGS, enero de 2005.
- e. Informe medición de dioxinas y furanos, Celulosa Valdivia, elaborado por SGS, junio de 2005.
- f. Misión Consultiva Ramsar: Chile (2005), Informe de Misión, Santuario Carlos Anwandter (Río Cruces), Chile, 29 de Marzo – 4 de Abril de 2005.

- g. Ramírez C, Carrasco E, Mariani S, Palacios N. 2006. La desaparición del lucheillo (*Egeria densa*) del santuario del río Cruces (Valdivia, Chile): Una hipótesis plausible. *Cienc Trab*, Abr.-Jun.;8(20):79-86).
- h. Mulsow S & M Grandjean 2006. Incompatibility of sulphate compounds and soluble bicarbonate salts in the Rio Cruces waters: an answer to the disappearance of *Egeria densa* and black-necked swans in a RAMSAR sanctuary. *Ethics In Science And Environmental Politics* Vol 2006. Pag. 5 – 11 pp.
- i. Recalcine 2006. Estudio de un producto innovador para recuperar el lucheillo (*Egeria densa*) del Humedal Carlos Anwandter. Corporación Farmacéutica Recalcine

Cabe destacar que para la confección de esta línea base, no se considero ninguno de estos estudios por diversos aspectos metodológicos (dudas en la metodología empleada u objetivos de los mismos) que no tienen relación con los quehaceres y objetivos del Plan.

PARTE IV. CONTEXTO SOCIAL, CULTURAL, ECONOMICO Y GEOGRÁFICO.

PARTE IV. CONTEXTO SOCIAL, CULTURAL, ECONOMICO Y GEOGRÁFICO.

Contenido

1. Estrategias y políticas regionales

1.1. Perfil ambiental

1.2. Estrategia regional de desarrollo.

1.3. Política ambiental regional.

1.4. Estrategia de humedales.

1.5. Política nacional de áreas protegidas.

1.6. Plan de manejo del humedal Río Cruces.

2. Aspectos socioeconómicos de la cuenca.

2.1. Antecedentes históricos.

2.2. Uso reciente de la cuenca.

2.3. Aspectos económicos.

2.4. Aspectos sociales y economicos.

3. Caracterizacion de localidades asociadas a la cuenca del río Cruces.

3.1. Antecedentes de las localidades de Mariquina:

3.1.1. Tralcao

3.1.2. Pufudi

3.1.3. Pelchuquín (Pájaro Gris)

3.1.4. Ciruelo

3.1.5. Estación Mariquina

3.1.6. Rucaco (arroyo de la casa)

3.1.7. Raluya

3.2. Antecedentes de las localidades de la Comuna de Máfil

3.2.1. Ññaque

3.2.2. Runca

3.2.3. Huillón

3.3. Antecedentes de las localidades de Valdivia

3.3.1. Punucapa

3.3.2. Cayumapu

3.3.3. Cabo Blanco

PARTE IV. CONTEXTO SOCIAL, CULTURAL, ECONOMICO Y GEOGRÁFICO.

1. Estrategias y políticas regionales

1.1. Perfil ambiental

Se puede observar la vigencia, en el territorio regional, de un conjunto de conflictos de intereses, con posiciones muchas veces extremas, respecto al uso del espacio y a la preservación de los recursos naturales y paisajísticos. Esto explica su desarrollo, basado históricamente, en la explotación de sus recursos naturales, tanto renovables como no renovables. Sin embargo, continuará basándose en esta explotación, a pesar de la creciente participación de los sectores de la industria y los servicios. Los recursos naturales son la fortaleza de la región y sobre ellos, descansa hoy en día el desarrollo regional:

- Los recursos forestales nativos y las plantaciones forestales
- El paisaje y los atractivos turísticos
- El suelo y su potencial pecuario y agrícola
- Los recursos hídricos en calidad, volumen y caudales, además de sus aptitudes para la agricultura, el consumo humano, la recreación y la generación hidroeléctrica
- La riqueza pesquera y el potencial del ambiente marino y lacustre para la acuicultura
- El borde costero-marino en toda su complejidad multidimensional, desde su condición de espacio para el desarrollo de asentamientos humanos, hasta su condición de hábitat de recursos hidrobiológicos biodiversos, pasando por las actividades urbano-portuarias que allí se desarrollan, además de los aspectos turísticos y pesqueros indicados antes.

1.2. Estrategia regional de desarrollo.

La Estrategia de la Región de Los Lagos, fue desarrollada para el período 2000-2010, por Serplac regional.

La Estrategia tiene por fin constituirse en el principal instrumento de planificación regional. Dado su carácter integrador con visión de largo plazo, permite entregar los lineamientos y guías globales para la acción de los servicios públicos y para la detección de oportunidades de inversión por parte del sector privado. Puede entonces generar sinergias regionales para el logro de nuestra imagen futura.

La formulación de esta Estrategia constituye un primer paso en el proceso de planificación del desarrollo regional y es un marco de referencia general imprescindible debido a su generación con base en la comunidad regional-, a partir del cual la institucionalidad pública regional procede a formular y ejecutar los instrumentos de planificación políticotécnicos, financiero-presupuestarios, de inversión y territoriales, que en definitiva entregan las orientaciones específicas para la toma de decisiones y que implican la definición de objetivos, metas, responsables, plazos y asignación eficiente de los recursos disponibles.

Vision de la Region año 2010.

La Región de Los Lagos, portal del sur-austral, construye una comunidad pluricultural, participativa y que respeta las identidades locales, con crecientes grados de equidad; con vocación turística y comprometida con el uso sostenible de sus recursos naturales, en los cuales basa su economía competitiva, innovadora, tecnificada e integrada al mundo.

El marco conceptual para la elaboración de la estrategia considera:

- Globalización
- Institucionalidad del país

- Equidad y acceso al Desarrollo.
- Desarrollo Sostenible, la Dimensión Ambiental.

Este último elemento del marco conceptual se refiere al reconocimiento de la función que cumplen los recursos naturales y el medio ambiente como componentes de los procesos productivos, nos lleva a cambios en los sistemas de producción y a la incorporación de tecnologías que hagan compatible la competitividad con el medioambiente, en un umbral de racionalidad en que conviven el crecimiento, el trabajo y la inversión, con la preservación del medio ambiente. El mantenimiento de la biodiversidad se constituye en un elemento central de esta tendencia, que a su vez, refuerza la incorporación económica de formas no degradadoras del medio. Asimismo, es creciente la responsabilidad de la ciudadanía en el cuidado del medio ambiente.

La estrategia entrega orientaciones generales para la toma de decisiones, considerando los aspectos más relevantes y demandados que surgen del análisis del sistema regional. Estos pretenden proporcionar el necesario anclaje entre los lineamientos estratégicos globales y las acciones concretas a realizar en la Región.

1.3. Política ambiental regional.

La Política Ambiental de la Región de Los Lagos se nutre de dos grandes orientaciones. La primera, aquellos desafíos que desde el punto de vista ambiental se derivan de la Estrategia Regional de Desarrollo y, la segunda, la expresión local de la Política Ambiental Nacional.

La Estrategia Regional de Desarrollo en vigencia, constituye el documento que señala los grandes lineamientos que debe seguir el desarrollo integral del territorio y de la comunidad que lo habita.

El Consejo de Ministros de la CONAMA aprobó, el 9 de enero de 1998, el documento "Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable", a través del cual el Gobierno Chileno explicita su visión sobre el tema y su inserción en los propósitos globales que guían su acción. El desarrollo sustentable es un desafío del conjunto de la sociedad y se representa como un triángulo cuyos vértices, en un equilibrio dinámico, son el crecimiento económico, la equidad social y la calidad del medio ambiente.

Pero, más allá de esta problemática global, la región presenta conflictos y carencias que afectan la calidad de vida y el potencial de desarrollo de la región. Los conflictos derivados de la forma de explotación del bosque nativo, la contaminación de ríos y cursos de agua, la degradación de los suelos, la sobreexplotación de recursos hidrobiológicos, entre otras, son cuestiones que necesariamente deben ser abordadas. Hay una creciente inquietud en la comunidad regional, particularmente, en torno a las decisiones económicas con consecuencias ambientales, y viceversa, las cuales adoptan y definen diversas instancias regionales y nacionales.

La política ambiental, en consecuencia, debe materializarse en un contexto regional heterogéneo marcado por una gran diversidad de ámbitos ecológicos, vocaciones productivas, estructuras sociales y niveles de desarrollo. Por esta razón, las autoridades y comunidades de cada una de las regiones del país, han asumido la decisión de elaborar la respectiva política ambiental que precise los diagnósticos, desafíos y tareas que deben abordarse en cada uno de los lugares en que ella regirá.

La elaboración de una Política Ambiental Regional satisface importantes necesidades para todos los sectores de la vida local.

Objetivos de la Política ambiental regional.

El objetivo general de la Política Ambiental Regional es promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo, con miras a mejorar la calidad de vida de los

ciudadanos, garantizando un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Sobre esta base se han determinado siete objetivos específicos.

1. Recuperar y mejorar la calidad ambiental, en una perspectiva de mejora de la salud humana y de los ecosistemas, promoviendo programas específicos de cumplimiento de las normas ambientales vigentes.
2. Prevenir el deterioro ambiental, consolidando en la región el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental como una herramienta de gestión ambiental eminentemente preventiva, promoviendo la elaboración de documentos para la gestión ambiental en los servicios públicos de la región, e incentivando la incorporación de los temas ambientales regionales en los centros educacionales (enseñanza básica, enseñanza media, institutos técnicos y profesionales y en universidades).
3. Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales, a través del incentivo a la investigación y la internalización de formas de gestión ambientalmente sanas, por parte de entes privados (usuarios) y/o de la comunidad organizada, promoviendo la gestión sustentable del territorio regional tanto en términos de planificación como de uso.
4. Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo, manteniendo una línea de comunicación con los principales actores del sector productivo regional (Foro Desarrollo Productivo), respecto de la implementación de políticas nacionales (producción limpia, certificación ambiental, otras vinculadas al sector) y de normativas ambientales (normas de emisión, de calidad, planes de manejo, leyes marco, uso de recursos naturales, etc.).
5. Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental, promoviendo las jornadas de participación ciudadana anticipadas ante presentación de estudios de impacto ambiental en la región, e integrando a la comunidad organizada a las actividades

- de promoción del cuidado del medio ambiente (campañas, fondos concursables, etc.).
6. Fortalecer la institucionalidad ambiental a nivel nacional y regional, reforzándola para lograr la plena aplicación de un sistema regional de gestión ambiental, en el que se consolide la coordinación de los esfuerzos de todos los actores regionales en materias ambientales.
 7. Perfeccionar la legislación ambiental y desarrollar nuevos instrumentos de gestión, a través de la participación de la región en la discusión pública de planes y normas nacionales, la adopción de criterios ambientales regionales por parte de la Comisión Regional de Medio Ambiente, y participando activamente en la creación y/o discusión de nuevos instrumentos de gestión que aumenten la competitividad de la región en términos de su sustentabilidad.

1.4. Estrategia de humedales.

Esta estrategia fue aprobada en octubre de 2005 y tiene como objetivo general la promoción de la conservación de los humedales de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable.

Los objetivos específicos:

- Desarrollar una conducta de valoración ambiental, económica, social y cultural de los humedales.
- Incrementar el conocimiento sobre los humedales.
- Implementar un marco de acción legal e institucional para lograr la conservación y uso sostenible de los humedales
- Promover la participación del sector privado, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, pueblos originarios y comunidad en general en la conservación y uso sustentable de humedales.
- Desarrollar e implementar instrumentos de planificación y gestión participativa para la conservación y uso sustentable de humedales prioritarios.

- Reforzar la participación de Chile en el quehacer internacional y obtener apoyos externos necesarios para el logro de esta estrategia nacional.

1.5. Política nacional de áreas protegidas.

Aprobada por el Consejo Directivo de CONAMA, en sesión del 27 de diciembre de 2005. Las Áreas Protegidas (AP) juegan un rol importante en esta tarea. Un país que crece sustentablemente debe asumir sus espacios naturales como oportunidades, que junto con cumplir funciones ambientales indispensables, son parte activa de la economía, generando ingresos y empleos para las comunidades locales y para el país.

La presente Política debe ser la base para conducir adecuadamente la integración de las AP al proceso de desarrollo del país. Todas las actividades productivas asociadas a la explotación de recursos naturales se relacionan estrechamente con los ecosistemas naturales. Así, la actividad minera es muy dependiente del agua, elemento articulador de la vida en los ecosistemas propios de la zona norte del país, que constituyen sumideros de agua de la cuenca. El agua se filtra hacia los acuíferos y se retiene en los humedales altoandinos, posibilitando la vida de las especies y la actividad humana, incluida la minera. La piscicultura, en el sur de Chile, requiere agua de ríos y lagos de buena calidad ambiental para el crecimiento de las especies en sus etapas juveniles y de la calidad del mar en su etapa adulta. Esa buena calidad ambiental está directamente vinculada a la presencia de bosques naturales. Algo similar ocurre con las actividades productivas basadas en la cosecha de componentes de los ecosistemas naturales, como el caso de la pesca o el uso de plantas medicinales, que dependen del buen funcionamiento de los ecosistemas naturales, incluida la reproducción de la población de la especie que es objeto de explotación.

Su primera línea estratégica resalta la necesidad de “Asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del 2010”. Este eje director se encuentra también reflejado en varias acciones específicas del Plan de Acción

aprobado por el Consejo Directivo, en abril de 2005. Así, una de las iniciativas más relevantes es: “Generar una Política Nacional de Áreas Protegidas que integre y articule las políticas sectoriales, considerando los componentes terrestres y acuáticos, en ámbitos privados y públicos”.

La visión que fundamenta esta Política, es la creación de un Sistema Nacional que garantice la convivencia armónica de los objetivos de protección de ecosistemas, desarrollo económico y equidad social integrando los esfuerzos públicos y privados.

Objetivo General:

Crear e implementar un Sistema Nacional de AP, terrestres y acuáticas, públicas y privadas, que represente adecuadamente la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

1.6. Plan de manejo del humedal Río Cruces.

El año 1999 la Corporación Nacional Forestal aprobó mediante Resolución 325 el Plan de Manejo del Humedal río Cruces, constituido por la propuesta de Reserva Nacional Río Cruces de 6.373 has., que incorpora casi en su totalidad el Santuario de la Naturaleza de igual nombre de una superficie de 4.877 Has.

Entre los objetivos del área están:

- Conservar una muestra representativa de un humedal que incluye sistemas estuarinos, ribereños y palustres calificados de importancia internacional por la Comisión Ramsar.
- Conservar especies amenazadas de fauna nativa propia del humedal.
- Vincular a las comunidades aledañas con el área.
- Fomentar la actividad de educación ambiental

2. Aspectos socioeconómicos de la cuenca.

2.1. Antecedentes históricos.

El uso histórico que se le ha dado a la cuenca del río Cruces, ha ido variando desde mediados del siglo XIX, con la incorporación de importantes grupos de inmigrantes y nuevas tecnologías y formas de trabajo. Por ejemplo, en el siguiente relato de la época (1855) se aprecia:

“Pocas provincias hay en la República, cuyo porvenir sea más risueño y más seguro que el de Valdivia, a causa de su clima, de la naturaleza de sus producciones y de la gran facilidad que sus ríos navegables ofrecen para exportarlos. Además de las variedades de maderas que hemos indicado en Chiloé, Valdivia posee el roble-pellín y una gran cantidad de lingues, y parece que la naturaleza ha multiplicado y extendido los brazos de sus ríos navegables precisamente en las localidades que las necesitan a fin de facilitar la extracción de las grandes vigas de maderas para el comercio exterior. Los cereales comienzan a figurar en la exportación, las legumbres se producen en todas partes; pero las frutas, a excepción de los manzanos, de los que se encuentran por todas partes bosques que crecen sin el menor auxilio de la mano del hombre, no son ni abundantes ni de buena calidad. Este defecto, sin embargo, debe más bien atribuirse a la falta de cultivo y de cuidados que a inconvenientes de la naturaleza. No hace mucho tiempo que la abundancia de duraznos permitía secarlos para entregarlos a la

exportación; al presente raras veces se les toma maduros en Valdivia. Se ven a veces plantas de viñas hechas silvestres subir con vigor a lo alto de los más grandes árboles, sin que la uva adquiriera su madurez. Hay en la ciudad misma de Valdivia, así como en Osorno, enormes perales que se cubren de buenos frutos; sin embargo la pera es rara y se vende muy cara, porque no se ha multiplicado la planta. Sea cual fuese el abandono en que se encuentra la arboricultura, el clima y el suelo parecen persistir en la conservación de los árboles frutales introducidos por los españoles. La viña, el durazno y la ciruela se dan muy bien en San José, en las cercanías de Arique, en las márgenes del río Calle Calle y aun en Osorno. El naranjo, el olivo y el granado no crecen espontáneamente. Las plantas herbáceas tales como el lino y el cáñamo, parecen haber encontrado en Valdivia su suelo natal; sin embargo no entran en la exportación. La perpetua primavera que favorece a los vegetales hace igualmente multiplicar los animales vacunos. Son notables por su gran tamaño. Se les exporta para Chiloé y Concepción. Las costas abundan en focas, a cuya caza se entregan con buen éxito en las cercanías del Chanchán. No se encuentran metales preciosos en la provincia, aunque el oro existe en pequeñas cantidades en las capas aluviales que rodean a Osorno al oeste de la Unión. El carbón fósil se manifiesta en profusión a lo largo de las costas, lo mismo que en Catamatum, a 7 leguas de Valdivia y en las riberas australes del Río Bueno.”

“Desde cinco años, la faz de la provincia ha cambiado casi del todo por la introducción del elemento extranjero que ha llamado la atención del comercio y de los chilenos mismos que no lo conocían sino de nombre. Fácil por lo tanto es concebir una idea del progreso que tales medidas han traído a la provincia. Las tierras comenzaron a tener un valor, las ciudades una forma más regular; el antiguo sistema de construcción fue abandonado y artesanos de toda especie emanciparon a la comarca del tributo que pagaban a la industria del norte. Se introdujo un nuevo método de cultivo, y ya los molinos de trigo, máquinas de aserrar, grandes cervecerías, destilaciones y curtiembres comenzaron a figurar en la industria valdiviana. El concurso de los capitalistas del norte, a quienes el movimiento progresivo de la provincia y las necesidades de los

ferrocarriles, en los que se trabaja simultáneamente en muchos puntos de la República, han llamado, da a los trabajos de bosque un impulso que jamás habían tenido antes”.

Como se aprecia en el relato anterior, la principal actividad productiva de la provincia era en 1855 la producción de piezas de madera, seguidos por la agricultura, especialmente cereales y frutas; en la tabla 1 se aprecia en mayor detalle la evolución económica de la provincia durante los años 1844 a 1855.

Tabla 1. Cuadro resumen de la actividad económica en la provincia de Valdivia años 1844 – 1855

Año	Comercio	Piezas de Madera	de Productos diversos	Total
1844	Exterior	0	1.028	1.028
	Interior	98.214	15.756	113.970
1846	Exterior	0	0	0
	Interior	76.106	23.597	99.703
1848	Exterior	0	0	0
	Interior	160.567	29.049	189.616
1850	Exterior	4.942	158	5.100
	Interior	261.226	27.247	288.473
1852	Exterior	58.202	580	58.782
	Interior	305.912	19.810	325.722
1855	Exterior	13.730	1.639	15.369
	Interior	132.303	54.083	186.386

Un hecho significativo en la economía de la provincia fue el establecimiento de 4 empresas cerveceras entre los años 1851 y 1894; destaca entre estas la fabrica de cerveza de Carlos Anwandter la cual llego a influir grandemente en la cantidad de lúpulo que se importaba y la cebada que se sembraba, como se puede apreciar en el boletín de la SOFOFA de julio de 1899:

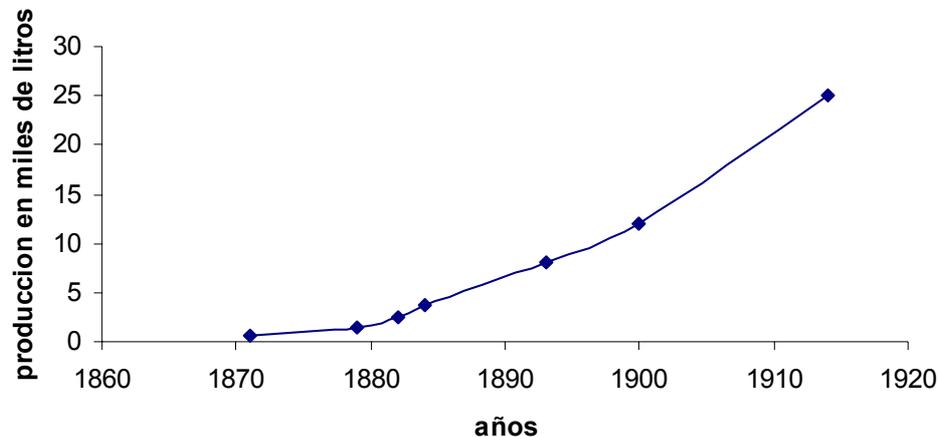
“(...) i respecto de la cebada, es mui posible que, por otra parte, haya influido el consumo creciente que se hace de ella en la fabricación de cerveza, que a su vez se

estiende mas i mas año a año, produciéndose ya de calidad excelente en varios establecimientos, montados con los perfeccionamientos mas modernos, tales como Gubler i Cousiño, en Santiago i los de la Fabrica Nacional de Cerveza de Valparaíso i Limache, sin hablar del de Anwandter Hermanos, de Valdivia, el mas vasto de Chile i el que mejor sentada tiene su reputación”.

En la Figura 1 se observa la evolución en las ventas que experimento la cervecería Anwandter desde 1870 hasta 1914. Esta producción cervecera además acarreo el aumento de la deforestación de la zona circundante de la ciudad de Valdivia, debido a que usaba anualmente 50.000 metros cúbicos de leña para su producción, es decir el 20% del total de consumo anual de la ciudad, en un informe de 1891, se señala:

“Recorriendo las cercanías de la ciudad (Valdivia), hemos tenido que admirarnos de la rapidez con que se lleva a término el desmonte de los bosques, hecho que después nos hemos explicado leyendo la estadística local, la cual establece que en Valdivia se consumen anualmente 250.000 metros cúbicos de leña para combustible. Si se continúa con este consumo, de aquí a pocos años la ciudad de Valdivia se verá obligada, para alimentar sus hornos, a emplear carbón de piedra o a trasportar la leña para combustible de las rejiones mas australes”. Cfr. El Porvenir de la Metalurjia de/ Fierro Chile. Viaje de exploración a las costas Australes, en: BSFF 1011893, 343.

Figura 1. Evolución de la producción de cerveza en miles de litros experimentadas por la cervecería Anwandter entre 1870 a 1914.



Otra importante empresa de la zona fue en ese tiempo la curtiduría, la cual utilizaba, en 1894, como parte del proceso de tintura de los cueros, 27.000 quintales métricos de cáscara de lingue, distribuidos en tres importantes fabricas; las cuales generaban aproximadamente 30.000 suelas de cuero al año las que en su mayoría se vendían al mercado Alemán. Respecto de la situación del lingue un testimonio lo grafica así en 1911:

“La cáscara, jeneralmente se compra del comerciante del interior, por haberse agotado el valioso lingue en las cercanías de los pueblos, debido a un sistema bárbaro de verdadero vandalismo para explotarlo”.

Otra industria de importancia y que trajo consecuencia en la utilización de la cuenca fueron las destilerías de licor, debido a que aumentaron la siembra de trigo en la cuenca en un 170%, principalmente debido a que los destileros compraban la cosecha aun cuando esta tuviera un alto contenido de humedad, situación que no ocurría en el norte del país. Esta industria además genero el establecimiento de criaderos de cerdos que consumían la cáscara del trigo procesado y a su vez la generación de las primeras industrias de elaboración de cecinas. El auge de la empresa destilera fue bruscamente abortado en 1902 con la aprobación de la “Ley de Alcoholes” la cual grababa en

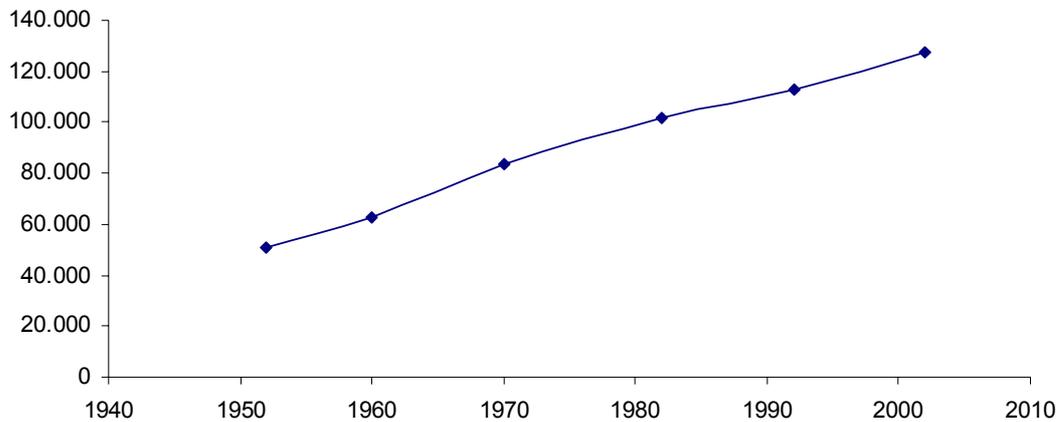
diferente forma la producción vitivinícola en desmedro de la de alcoholes; como resultado de las 23 destilerías que se ubicaban en la zona en 1904, solo quedaban 4 en 1910.

Finalmente en la ciudad de Valdivia se establecieron astilleros, compañías de navegación, organizaciones gremiales, la compañía siderúrgica de Corral y la compañía papelera de Chumpullo, que repercutieron grandemente en el desarrollo de la ciudad y de las áreas adyacentes por cuanto posibilitaron, la generación de una clase social con acceso a recursos y educación mejor, en ese tiempo, a muchas zonas del país.

Los primeros cambios en el desarrollo productivo de la provincia tuvieron su origen en el cierre de importantes empresas, debido a la competencia que existía en el mercado (cervecería), la aplicación de leyes (destilerías) o los malos rendimientos económicos (siderurgia), lo cual se acrecentó con el terremoto de 1960 el cual vino a empeorar la situación general de la ciudad.

Sin embargo la población de la ciudad mantuvo un ritmo de crecimiento constante (Figura 2), lo cual fue posible gracias a la actividad forestal insipiente e esa fecha, de hecho en 1952 un estudio de la CORFO mostró que la zona de Valdivia posee unas 518.000 hectáreas maderables, una de las más ricas del país...esto representa el 30% del volumen de madera de Chile.

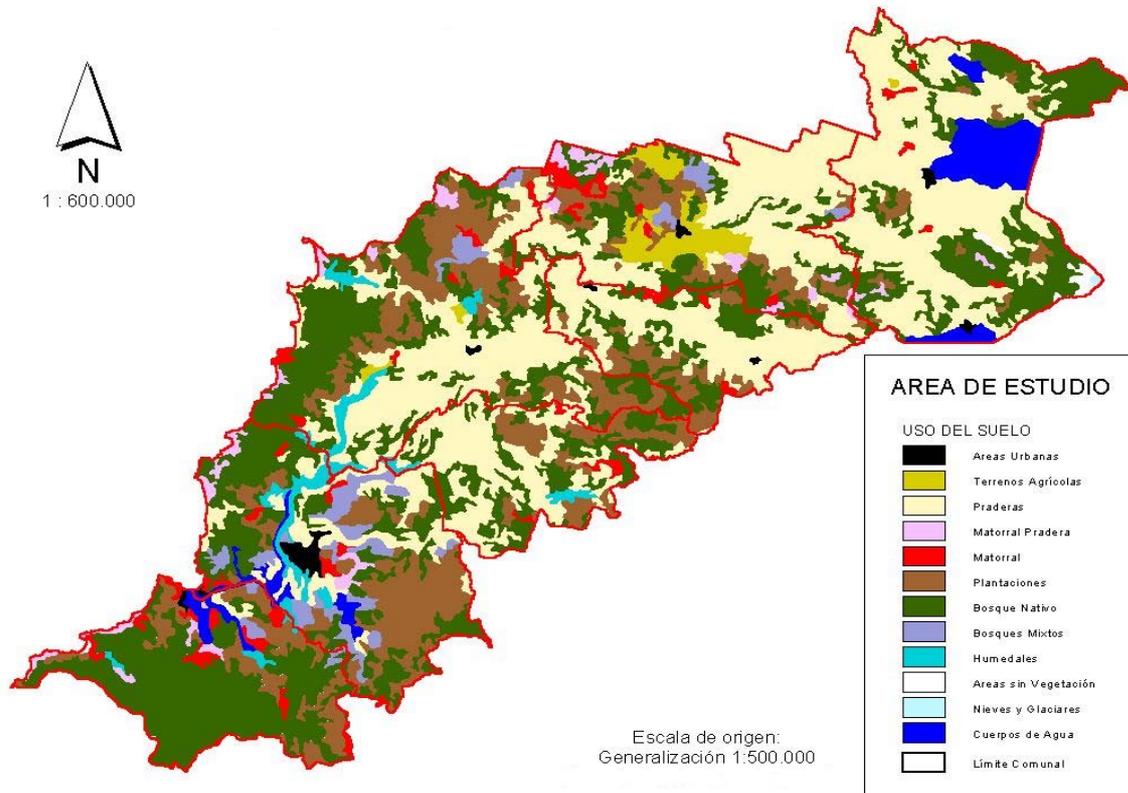
Figura 2. Evolución poblacional de la ciudad de Valdivia desde 1952 a 2002. Fuente: Censos nacionales de población.



Desde finales de los sesenta y hasta nuestros días, el área de la cuenca presenta varios sectores en altura que se encuentran preferentemente cubiertos por bosque nativo y plantaciones de pinos y eucaliptos, lo que aparece como el uso más importante en superficie. Los usos agrícola-ganaderos se ubican en las zonas de menor inclinación y altura, cuyas superficies presentan importantes sectores inundables y de protección. Las localidades urbanas más importantes son Loncoche (Novena región de la Araucanía), Lanco, San José de la Mariquina, Máfil y Valdivia (Décima Región de los Lagos) (Figura 3).

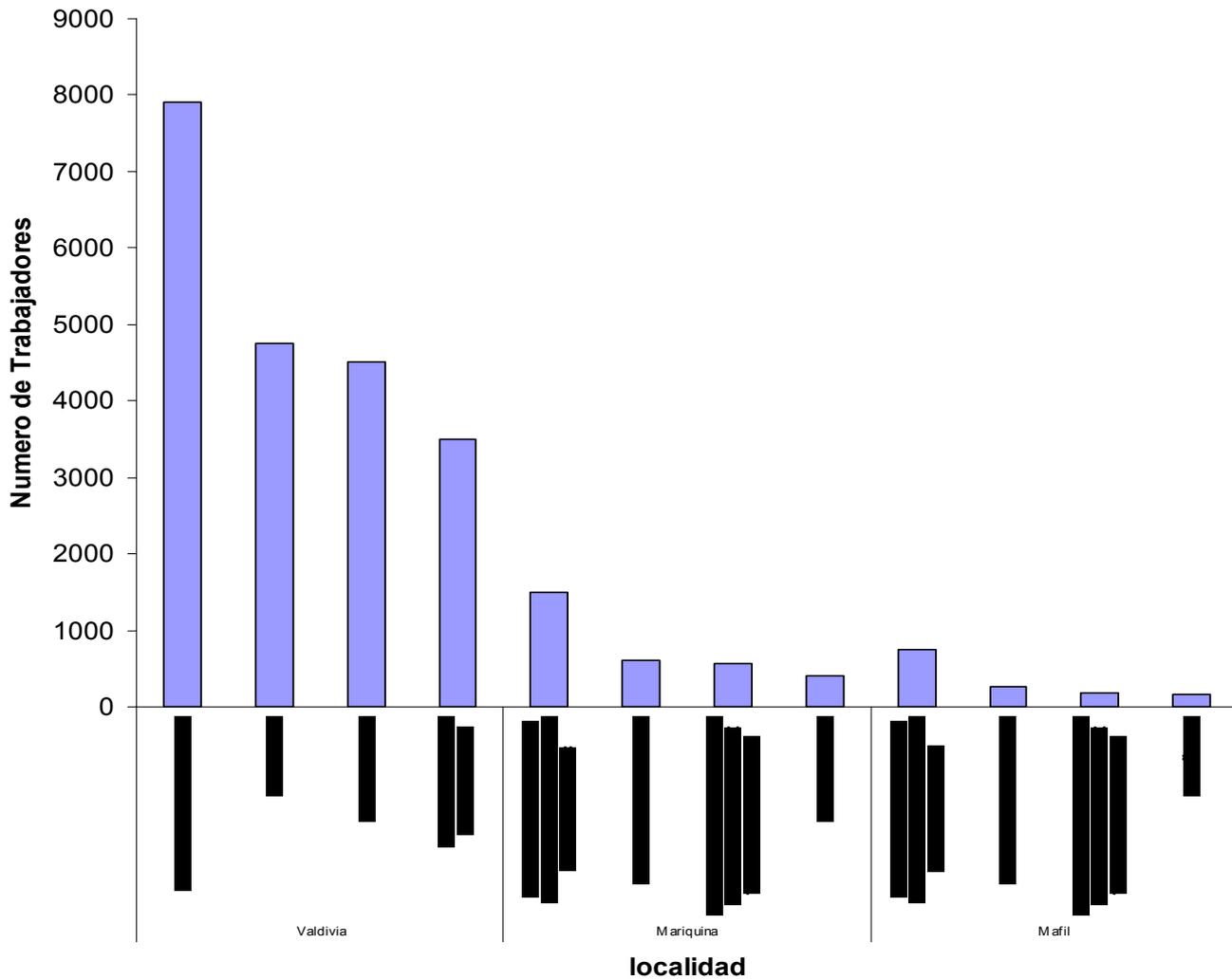
Aproximadamente el 60% de los suelos del sitio son arables de la clase I a IV, por lo tanto su uso preferente es el agropecuario. Los suelos de aptitud ganadero forestal o clase VI corresponden al 25% y los suelos con aptitud preferentemente forestal o clase VII corresponde al restante 15%.

Figura 3: Cuenca del río Cruces, donde se aprecia el uso actual que tiene el suelo.



Por otro lado si se analiza la ocupación actual de los habitantes de la cuenca podemos concluir que, especialmente en lo que se refiere a la subcuenca del río Cruces; la mayor cantidad de la población asociada realiza trabajos asalariados vinculados con el comercio al por menor y se concentran en la ciudad de Valdivia; en las otras ciudades de la subcuenca; San José de la Mariquina y Máfil presentan mayor ocupación de mano de obra en agricultura, ganadería y actividades anexas (Figura 4).

Figura 4. Comparación de ocupación de mano de obra en tres localidades de la subcuenca del río Cruces. Fuente: Censo 2002.



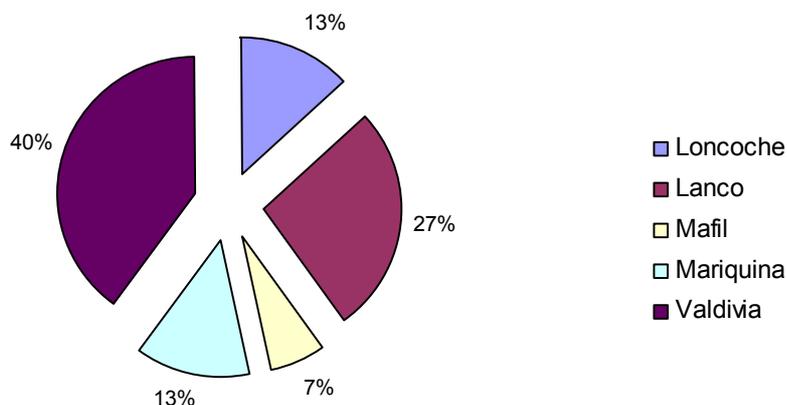
Se puede estimar además que las poblaciones mas relacionadas con los recursos naturales, como son las comunas de Mariquina y Máfil, tendrán a su vez un impacto mayor en el área de la subcuenca y una mayor relación con su utilización.

2.2. Uso reciente de la cuenca.

La cuenca del río Cruces como ya se ha mencionado nace en la Región de la Araucanía, por lo mismo es que incluye a la comuna de Loncoche, la cual presenta similitudes en cuanto al uso del territorio, aun cuando es una comuna con un alto porcentaje de población urbana (65%)¹; la actividad principal se asocia al sector forestal y agrícola, teniendo en la ciudad dos industrias de importancia como son Maderas Fourcade y Sociedad Agrícola y Lechera de Loncoche S.A.

Los datos de los cuales se disponen sobre proyectos industriales o de otra naturaleza que estén asociados a la cuenca del río Cruces, pueden obtenerse de aquellos presentados para su evaluación ambiental ya sea como una declaración de impacto o un estudio de impacto ambiental, en tal sentido podemos señalar que desde 1995 hasta al 2006 se han presentado en la cuenca un total de 15 proyectos (Figura 5).

Figura 5. Porcentaje de proyectos presentados al Sistema de Evaluación Ambiental en la cuenca del río Cruces desde 1995 hasta 2006.

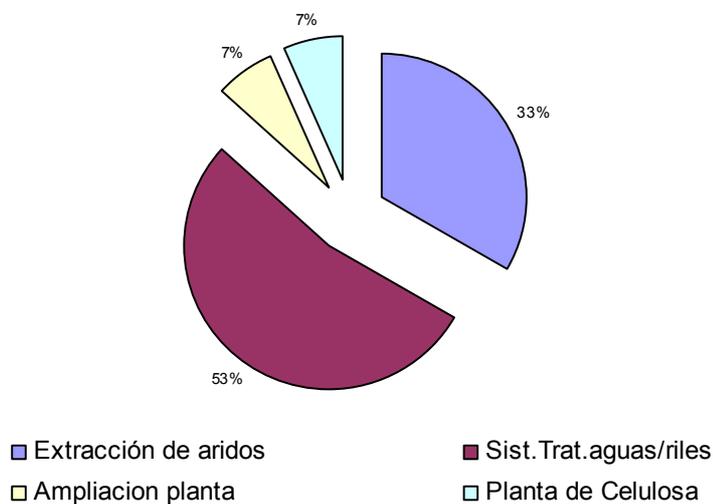


De acuerdo a la información obtenida desde los datos de Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), se puede establecer que de estos 15 proyectos la mayor parte corresponde a sistemas de tratamientos de aguas servidas (5) o sistemas de

¹ Datos del Censo 2002

tratamientos de riles(3), seguidos por los proyectos de extracción de áridos (5) (Figura 6); se puede además observar que estos proyectos generan impactos tanto en el cauce, los últimos, como en la composición química de la columna de agua, los primeros; sin embargo estudios recientes de la Universidad Austral de Chile (UACH – CONAMA 2005) han demostrado un muy bajo impacto de estas descargas a la cuenca del río Cruces.

Figura 6. Proyectos aprobados desde 1995 hasta 2006 según actividad, en la cuenca del río Cruces.



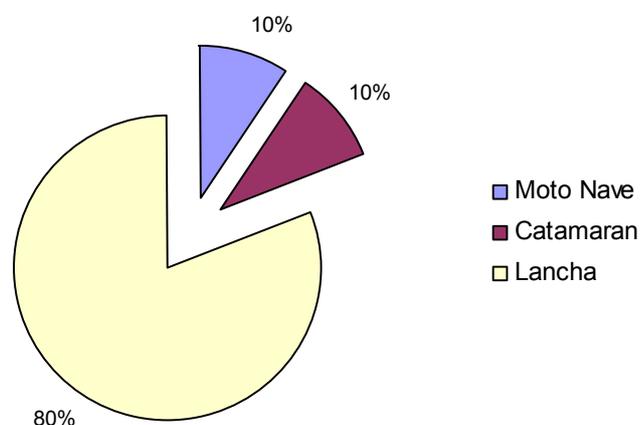
El estudio de la Universidad Austral de Chile indica además que la planta de celulosa instalada en la comuna de Mariquina, tendría una alta relación con los cambios en la calidad del agua del río cruces.

A estas actividades que producen descargas directas al río habría que agregar aquellas que por su “tamaño” no han entrado al sistema de evaluación de impacto ambiental, o que por su antigüedad tampoco lo han hecho; es así como podemos encontrar empresas ubicadas a orillas de los ríos que conforman el sistema hidrológico de la cuenca y que utilizan el agua del río y además pudieran eventualmente generar algún impacto en el.

Podemos encontrar ligadas directamente al humedal del río cruces a empresas que trabajan en el sector silvícola y agroindustrial, como son los viveros (Sone, Bopar, la Fanega y la Huella), fabrica de quesos “Las Parcelas”, las plantaciones de Berrys en Asque (sector cercano a San José de la Mariquina) y las extensas plantaciones de flores en los sectores de Cudico y Nanihue (pertenecientes a Sone S.A.). Existen además comunidades que utilizan el agua del río para el regadío de sus producciones de hortalizas y árboles frutales como es el caso de la comunidad de Tralcao, o que realizan actividades de pesca o recreación como es el caso de la comunidad de Ciruelo.

Otro uso que se le da al río es como atractivo turístico, en este ámbito la ciudad de Valdivia es la que presenta una mayor infraestructura para la prestación del servicio contando con 21 embarcaciones de diversos tipos (ver Figura 7) y un muelle de atraque implementado con sectores de atención turística.

Figura 7. Caracterización de las embarcaciones turísticas de Valdivia. Fuente: Gobernación Marítima Valdivia 2006.



Del total de embarcaciones, solo 4 (19%) realizan viajes constantes al humedal del río cruces, especialmente a Punucapa y alrededores.

En cuanto a las comunidades aledañas se han realizado capacitaciones en las localidades de Punucapa y Tralcao; es así como en la localidad de Punucapa, con mayor experiencia comparativa en el tema, ha recibido cursos sobre interpretación del patrimonio, manejo sustentable de humedales y alternativas productivas, entre otros. Además cuentan con un Plan Estratégico de Desarrollo Turístico Participativo, realizado en el año 2002. Lamentablemente el progreso del plan ha sido lento y poco conocido por la misma comunidad.

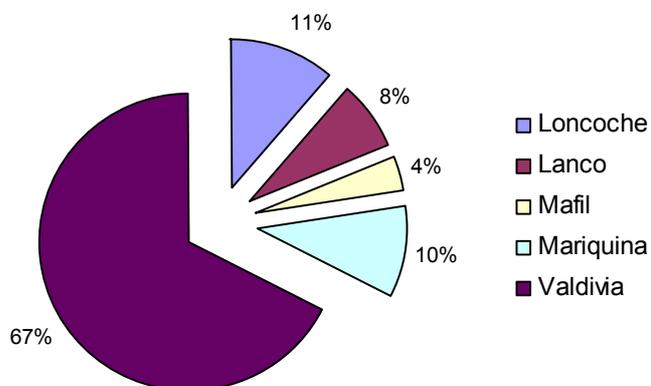
En la localidad de Tralcao, donde la actividad turística es incipiente, las intervenciones realizadas para su capacitación, durante los dos últimos años aproximadamente, de acuerdo a sus propios capacitadores (Edgardo Oyarzun, director del Instituto de Turismo de la UACH, en comunicación personal) se han referido a: qué es ecoturismo, calidad de los servicios, identificación, diseño y comercialización de productos, fortalecimiento del trabajo en equipo, diseño de rutas, conocimiento de su entorno, interpretación, entre otros temas. Esta intervención fue interrumpida entre otras razones por falta de proactividad en la comunidad, quedando incluso material pendiente para entregar a sus integrantes.

Existen además en la ciudad de Valdivia dos empresas que se especializan en trabajar el tema del ecoturismo en el humedal, estas son Pueblito Expediciones, que realiza salidas en Kayak por el humedal del río Cruces y Turismo Hualamó que se dedica a llevar turistas para observar aves en el humedal; este es un turismo especializado y dirigido principalmente a extranjeros.

2.3. Aspectos económicos.

En la cuenca del río Cruces habitan aproximadamente 200.000 personas, que se distribuyen como se indica en la Figura 8; donde la mayor cantidad corresponde a la comuna de Valdivia.

Figura 8. Porcentaje de habitantes según comuna. Fuente: Censo 2002.



Respectos de su distribución rural o urbana, principalmente la población se concentra en los pueblos y ciudades (82%), el mayor porcentaje lo muestra Valdivia con un 92%, mientras que la comuna más rural es Mariquina con un 51% de su población total.

2.4. Aspectos sociales y economicos.

Las ciudades y pueblos que se encuentran asociadas a la cuenca del río Cruces presentan según los últimos datos disponibles de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) de 2003, los siguientes porcentajes de su población total en situación de pobreza o indigencia:

Tabla 2. Estado de la población asociada a la cuenca del río Cruces, en cuanto a su situación social.

Porcentaje de población en situación de pobreza e indigencia		
Ciudad o Pueblo	Indigencia	Pobreza
Loncoche	13	38,5
Lanco	7,8	35,1
Mafil	6,9	21,3
Mariquina	9,4	29,4
Valdivia	3,5	20,8

Como se aprecia en el cuadro anterior el mayor porcentaje de indigencia y pobreza se presenta en la comuna de Loncoche, siendo incluso superior al promedio de la novena región (9,5% de indigencia y 29,7% de pobreza); por otra parte la comuna de Valdivia presenta los menores índices en ambas categorías y es inferior al promedio de la décima región (4,8% indigencia y 21,8 pobreza).

En cuanto a la calidad de vida de estas comunidades podemos observar que la comuna de Mariquina presenta el mayor porcentaje de hacinamiento, 2,9% del total de la población (ver tabla 3), además presenta el mayor porcentaje de deficiencia en el saneamiento básico de la vivienda (ver tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de hacinamiento en las comunas de la cuenca. Fuente: CASEN 2003.

Localidad	% Sin Hacinamiento	% con Hacinamiento
Loncoche	99,3	0,7
Valdivia	99,4	0,6
Mariquina	97,1	2,9
Lanco	100,0	0,0
Máfil	98,3	1,7

Tabla 4. Porcentaje de viviendas con saneamiento básico en las comunas de la cuenca.

Localidad	% bueno	% aceptable	% regular	% menos que regular	% deficitarias
Valdivia	80,1	5,6	3,3	2,5	8,5
Mariquina	34,3	13,8	20,5	2,4	29,1
Lanco	48,1	13,9	16,4	0,5	21,2
Máfil	46,2	16,8	14,7	4,0	18,4
Loncoche	52,5	11,1	18,7	0,8	17,0

Otro dato importante es el acceso al agua potable que tiene estas comunas, esto se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Acceso al agua en las comunas de la cuenca del río Cruces. CASEN 2003.

Localidad	Red Publica	Otro
Loncoche	76,2	23,8
Valdivia	92,2	7,8
Mariquina	58,3	41,7
Lanco	75,0	25,0
Máfil	55,8	44,2

Un dato importante de tener presente es que un alto porcentaje (mas del 40%) de los habitantes de las comunas de Mariquina y Máfil acceden al agua por otro medio que no es la red publica, es decir esteros o pozos.

En cuanto a su acceso a un sistema de eliminación de excretas adecuado podemos señalar que una vez Mariquina presenta los mayores problemas por cuanto presenta el porcentaje más bajo (34,3%) de baños conectados a alcantarillados.

Tabla 6. Acceso a sistemas de eliminación de excretas en las comunas de la cuenca del río Cruces. CASEN 2003.

Localidad	% WC conectado alcantarillado	% WC conectado a fosa séptica	% Otro	% No dispone
Loncoche	54,1	11,5	31,8	2,6
Valdivia	80,1	7,7	10,8	1,4
Mariquina	34,3	18,5	45,5	1,7
Lanco	48,1	23,3	26,6	2,0
Máfil	46,9	23,7	27,2	2,3

En cuanto a la educación en estas comunas, se puede apreciar en la tabla 7, que la mayor parte de las comunas se ubican en el rango de 7 a 8 años de escolaridad promedio, además de presentar niveles de analfabetismo superiores al 6%, llegando en el caso de Loncoche a un 13,3% del total de la población comunal.

Tabla 7. Porcentaje promedio de escolaridad (años) y analfabetismo en las comunas de la cuenca del río Cruces. CASEN 2003.

Localidad	Promedio de Escolaridad	% Analfabetismo
Loncoche	7,7	13,3
Valdivia	10,5	2,5
Mariquina	7,9	6,8
Lanco	8,1	8,7
Máfil	7,7	8,2

Respecto de estudios internacionales sobre las condiciones sociales en el área de estudio, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) elaboro a partir de 1990 un Índice de Desarrollo Humano; el cual evalúa el desarrollo tres parámetros fundamentales, salud, ingresos y educación. Este índice se ha aplicado a nivel mundial siendo el 9,5 y mas un desarrollado elevado, entre 0,5 y 0,8 un desarrollo medio y menor de 0,5 desarrollo bajo. En Chile se aplico en el año 2000 determinando para las comunidades de la cuenca los índices que se presentan la tabla 8.

Tabla 8. Índice de Desarrollo Humano para las comunas ubicadas den la cuenca del río Cruces.

Indicador	IDH Mariquina	IDH Loncoche	IDH Mafil	IDH Lanco	IDH Valdivia
Indice Desarrollo Humano	0.654	0.671	0.623	0.636	0.735
Ranking Desarrollo Humano	239	196	295	274	54
Indice Salud	0.637	0.667	0.544	0.572	0.702
Ranking Indice Salud	273	230	324	317	155
Indice Educación	0.727	0.754	0.727	0.722	0.832
Ranking Indice Educación	199	133	207	221	34
Indice Ingreso	0.598	0.591	0.598	0.614	0.67
Ranking Indice Ingreso	192	208	200	156	68

Podemos concluir que la comuna con mayor déficit general es la de Máfil según la presente tabla, así como también que la comuna con mejor desarrollo es la de Valdivia con un IDH de 0,735.

Concluyendo la comuna que esta mejor espectada en cuanto a su desarrollo y calidad de vida es la de Valdivia, que centra su población en la ciudad del mismo nombre y que posee una historia de desarrollo económico y cultural que ha possibilitado alcanzar estos estándares. Sin embargo es una excepción dentro de las comunas de la cuenca, las cuales en general presentan IDH entre los 0,62 y 0,67; así como bajos porcentajes de conexión a alcantarillados, bajos porcentajes de acceso a agua de red publica, bajo porcentaje de saneamiento básico y altos niveles de indigencia y pobreza.

Luego de un largo período de estancamiento relativo la Región de Los Lagos ha evidenciado un dinamismo por encima del promedio nacional, mostrando además interesantes perspectivas en la medida que sea bien aprovechado todo el potencial regional, especialmente rico y variado en cuanto a recursos humanos y naturales.

En términos generales la economía regional se concentra en productos con alta demanda externa y basada en la explotación de sus recursos naturales, en torno a los cuales se desarrolla una actividad industrial, de servicios y comercio.

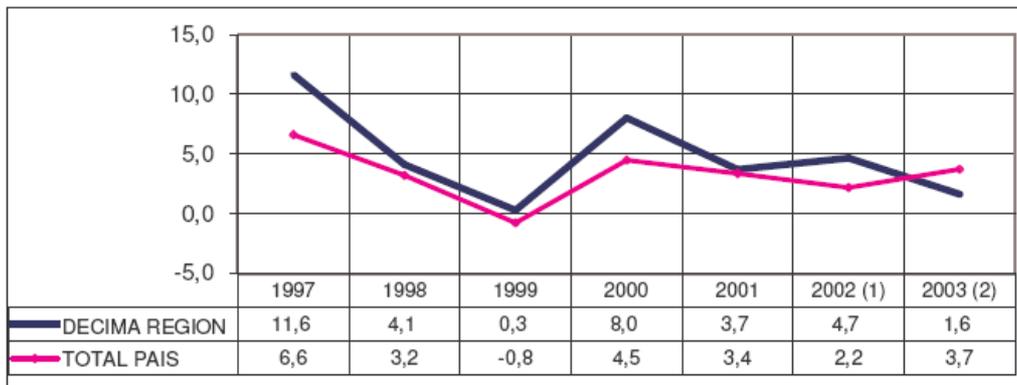
Algunas de las limitaciones que presenta la región para lograr mayores niveles de desarrollo y equidad entre las personas tienen que ver con su alta ruralidad, muy por encima del promedio nacional. Su principal desafío apunta a superar aspectos relacionados con la calidad de vida del conjunto de su población puesto que, a pesar del crecimiento experimentado, la región mantiene un cierto retraso en lo que son sus indicadores sociales, presentando además niveles de pobreza y de inequidad superiores al promedio nacional.

La Región de Los Lagos ha mostrado un importante dinamismo en los últimos años que se ha expresado en un lento pero sostenido incremento en su participación en el PIB del país, pasando de 4% en 1996 a un 5,1% en la actualidad². Tomando las cifras del Banco Central para analizar la evolución en la variación del producto interno bruto

² La estimación de 5,1% es de Gemines Consultores en su Informe de Proyecciones Regionales. De acuerdo al Banco Central en el año 2003 la X Región aportaba con el 4,4% del PIB regional. Fuente: Banco Central, base 1996, Boletín Mensual Junio 2005.

regional es posible apreciar que la región ha presentado un crecimiento promedio superior al del país en su conjunto para el mismo período, salvo en el año 2003.

Figura 9. Variación producto interno bruto regional 1997-2003. Fuente: Preparado con cifras del Banco Central, Boletín Junio 2005 (1) cifras provisionales; (2) cifras preliminares



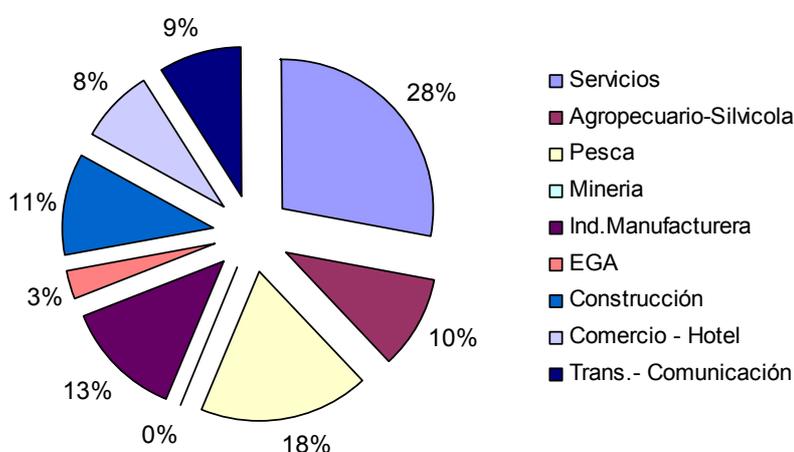
En el área de la cuenca del río Cruces el sector silvícola, basado principalmente en la explotación y algún grado de elaboración para distintas especies, se ha desarrollado en la zona norte de la región, utilizando como principal centro a la ciudad de Valdivia. La actividad agropecuaria y la industria ligada a ella se concentran en las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue.

La mayoría de las actividades productivas regionales presenta un ciclo anual bastante marcado, más que en otras regiones, en gran medida determinado por actividades fuertemente ligadas a productos naturales y a sus respectivos ciclos, alcanzando sistemáticamente su máximo en el cuarto trimestre de cada año.

El sector primario participa con el 28% del PIB regional, con pesca aportando el 18% y el subsector agropecuario-silvícola sólo 10%. A pesar de que las actividades comprendidas en el sector primario no presentan participaciones tan altas, son sin duda la base y principal impulso para el dinamismo regional de otras actividades, especialmente industria, servicios y construcción.

El sector secundario representa casi el 27% del producto regional, con la industria manufacturera entregando la mitad de este aporte. Sin embargo es en el sector terciario, principalmente a través de servicios, donde se encuentra la mayor contribución al producto regional, acaparando 45% y 28% respectivamente.³

Figura 10 PIB X Región: importancia sectores productivos 2004. Fuente: Génesis Consultores 2005.(EGA se refiere a Electricidad, Gas y Agua respectivamente).



La Décima Región cuenta actualmente con una población en edad de trabajar superior a las 800 mil personas. De ellas, la mitad se encuentra integrada a la Fuerza de Trabajo y la diferencia pertenece al sector de “inactivos”, es decir estudiantes, dueñas de casa, y en general personas mayores de 15 años que desarrollan su ocupación central fuera de la fuerza de trabajo.

La población en edad de trabajar que no se encuentra incorporada a la fuerza de trabajo supera en la región el promedio nacional que alcanza al 46%. El gráfico de la Figura 11, muestra que en las provincias de más al sur esta proporción es bastante menor que el promedio regional, elevándose en cambio en las provincias de Valdivia y Osorno, donde este porcentaje supera el 51%. En cuanto a quienes forman parte de la

³ Estimaciones de Gemines Consultores.

fuerza de trabajo, en el trimestre marzo-mayo 2005 su cantidad se situó en torno a las 414.020 personas⁴.

Figura 11. Distribución en provincias de la población en edad de trabajar (marzo-mayo 2005). Fuente: INE Los Lagos.

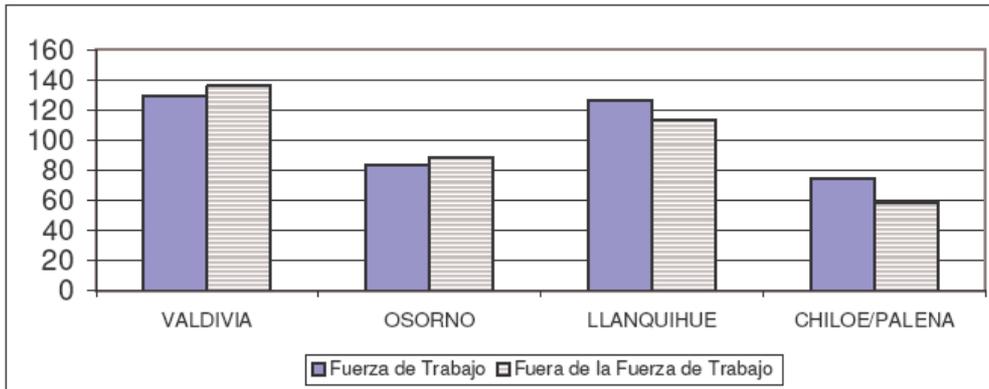
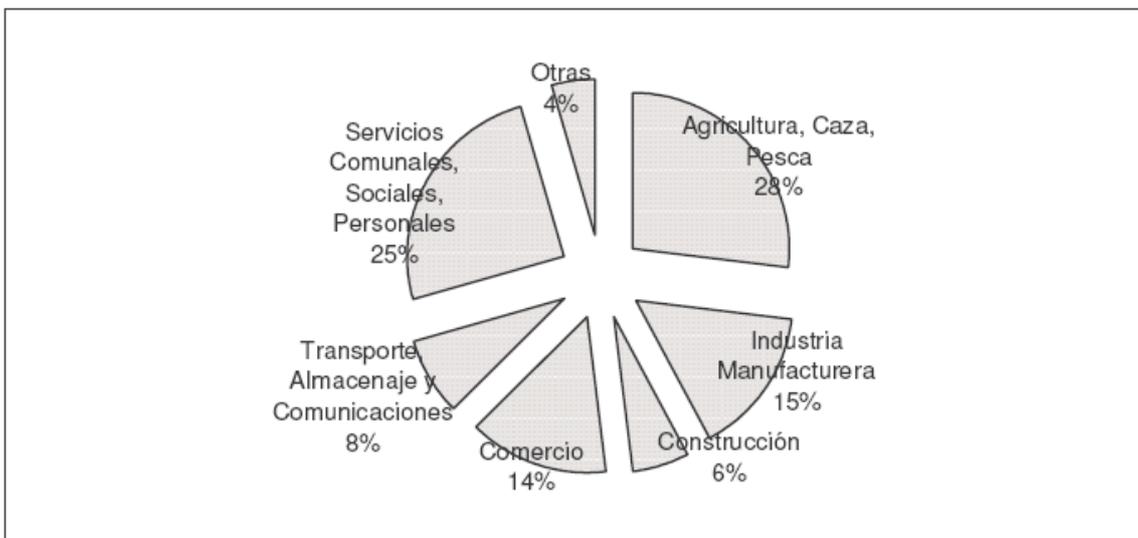


Figura 12. Ocupación por rama de la actividad económica Región de los Lagos (marzo-mayo 2005). Fuente: INE.



⁴ INE los Lagos.

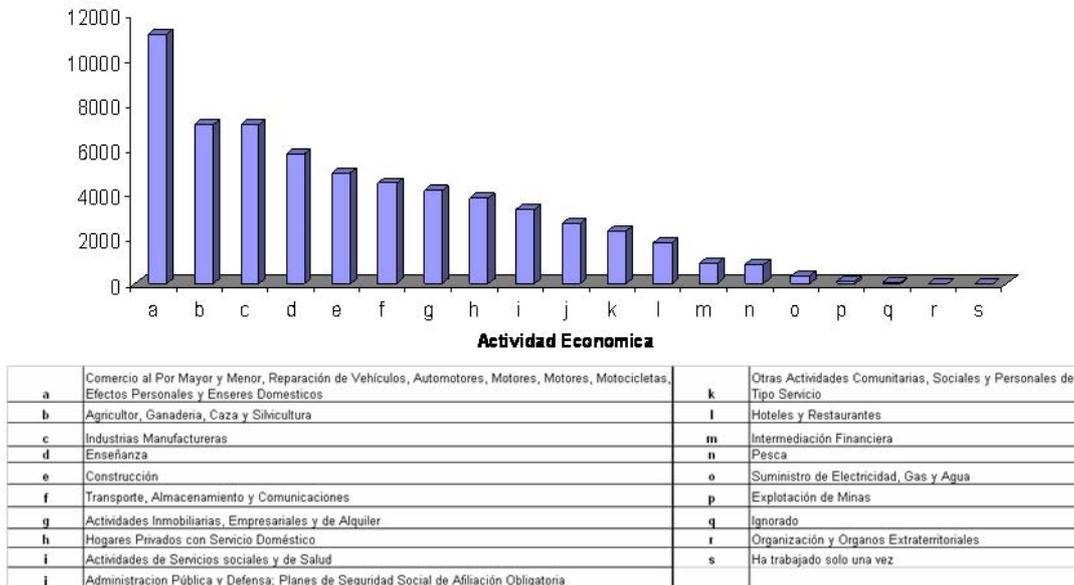
Tabla 10. Ocupación por rama de la actividad económica Región de los Lagos (Noviembre - Enero 2006).Fuente: INE.

Actividad	Ocupados	%
Agricultura, pesca y caza	114,5	37,2
Minas y canteras	0,1	0
Industria Manufacturera	58,7	19,1
EGA	1,4	0,5
Construcción	23,8	7,8
Comercio	60,2	19,6
Trans.- Comunicacion.	30,9	10
Servicios Financieros	17,8	5,8
Servicios Comuntarios	100,1	32,5

Como se aprecia al comparar la figura 13 y la tabla 11 del total de personas que tiene empleo actualmente, la agricultura, caza y pesca, sigue siendo la actividad predominante, seguida de servicios comunales y sociales y en el tercer lugar hay una diferencia por cuanto en el periodo marzo-mayo de 2005 la industria manufacturera ocupaba esta posición, sin embargo en el periodo de noviembre-enero de 2006, el comercio ocupa esta posición con un 0,5% mas que la industria manufacturera. En términos generales la ocupación por rama de actividad económica en la región se mantiene estable, al comparar los datos de diversos periodos.

En la siguiente figura se muestra la principal ocupación de la mano de obra por rama de la actividad económica; en las cinco comunas de la cuenca del río Cruces.

Figura 13 Ocupación de mano de obra en las cinco comunas de la cuenca del río Cruces. Fuente: Datos Censo 2002.



Podemos observar que la tendencia regional cambia para estas comunas, siendo la actividad económica más importante el Comercio al Por Mayor y Menor, Reparación de Vehículos, Automotores, Motores, Motores, Motocicletas, Efectos Personales y Enseres Domésticos (18%); seguidos por Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (12%) E industria Manufacturera con un 12% del total de la población económicamente activa de estas comunas.

Si comparamos en el cuadro siguiente, los porcentajes de ocupación, por actividad económica, obtenidos en cada comuna, se puede concluir que debido, principalmente a que la comuna de Valdivia presenta un muy bajo porcentaje (4,91%) de ocupación en actividades de Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura y dado que la comuna de Valdivia representa el 67% del total de la población asociada a la cuenca; es que aparece como actividad mas importante el Comercio al por mayor y menor.

Tabla 11. Porcentaje de población activa ocupada por actividad económica en la cuenca del río Cruces. Fuente Censo 2002

Censo 2002	Loncoche	Lanco	Mafil	Mariquina	Valdivia
Porcentaje Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	24.46	24.02	42.48	36.54	4.91
Porcentaje Pesca	0.2	0.13	0.26	3.22	1.42
Porcentaje Explotación de Minas y Canteras	0.05	0.18	0.16	0.22	0.13
Porcentaje Industrias Manufactureras	16.31	13.91	6.52	9.41	11.39
Porcentaje Suministro de Electricidad, Gas y Agua	0.43	0.44	0.26	0.46	0.53
Porcentaje Construcción	10.24	10.93	4.31	5.99	8.02
Porcentaje Comercio al Por Mayor y Menor, Reparación de Vehículos Automotores, Motores, Motocicletas, Efectos Personales y Enseres Domésticos	14.78	15.89	15.35	15.1	19.62
Porcentaje Hoteles y Restaurantes	1.64	3	1.42	2.01	3.3
Porcentaje Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	5.26	5.08	4.57	3.92	8.34
Porcentaje Intermediación Financiera	0.43	0.26	0.32	0.26	1.82
Porcentaje Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	4.28	3.67	3.1	2.59	8.05
Porcentaje Administración Pública y defensa; Planes de Seguridad Social de Afiliación Obligatoria	3.03	3.16	3.36	2.47	4.97
Porcentaje Enseñanza	7.58	8.86	7.78	7.1	10.23
Porcentaje de Actividades de Servicios Sociales y de Salud	2.62	2.67	1.63	2.9	6.4
Porcentaje Otras Actividades Comunitarias, Sociales y Personales de Tipo Servicio	4.03	3.72	2.47	3.12	3.89
Porcentaje Hogares Privados con Servicio Doméstico	4.62	4.03	5.99	4.6	6.91
Porcentaje Organización y Organos Extraterritoriales	0	0	0	0	0
Porcentaje Ignorado	0.02	0.05	0	0.08	0.05
Porcentaje Ha Trabajado Solo Una Vez	Sin Información				

Sin embargo, podemos constatar que para 4 de las 5 comunas en cuestión, las actividades de Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura son muy importantes, siendo la comuna de Mafil la que presenta el mayor porcentaje de ocupación con un 42,48% del total de su población activa, a esta le sigue Mariquina con un 36,54% y Loncoche con un 24,46%.

2.5. Aspectos culturales.

La composición étnica de las comunidades presentes en la cuenca, se presenta en el Tabla 12, donde se puede apreciar que el 91% de los habitantes de la cuenca declara no pertenecer a ningún grupo étnico, un 9% reconoce ascendencia Mapuches y la suma de los demás grupos no alcanza a un 1% de representación.

Tabla 12. Composición étnica de las comunas presentes en la cuenca del río Cruces.

Etnia	Total
Mapuches	19331
Aymara	31
Rapanui	25
Alacalufe	35
Atacameño	14
Colla	10
Quechua	74
Yamana Yagan	21
No pertenece a grupos etnicos	184598

Sobre la distribución de la etnia mapuche en las comunas de la cuenca, se puede decir que el 23,06% vive en Mariquina, el 21,37% en Loncoche, 19,08% en Lanco, 6,24% en Máfil y 4,89 % en Valdivia.

Respecto de esta etnia en particular se puede señalar que de los pueblos que sean vistos obligados a reinventarse en la historia, quizás pocos han tenido que hacerlo de una manera tan persistente como el pueblo mapuche en Chile. En este sentido, el indio mapuche de hoy tiene nada o poco que ver con el indio de la pre-conquista. Su cultura no solo ha sido alterada por el "otro", sino también continuamente transformada por "el mismo" como un imperativo que resulta de sus propias luchas por sobrevivir. Como han observado etnólogos como Lindig y Münzel:

“El pequeño campesino araucano de Chile es hoy más frecuentemente Español que los de las comunidades vecinas .Pero, por otra parte, los araucanos, en comparación con los campesinos de los Andes centrales, han preservado una clara y profunda conciencia de su identidad indiana y se plantean frente al resto de la población como un grupo diferente en efecto, la asimilación de elementos culturales externos a la sociedad mapuche no excluye el fortalecimiento de su identidad, e incluso esa es en algunas ocasiones una condición ((pues, como ya ha sido observado anteriormente)) , la noción de etnia no alude a sociedades, son en todo caso mucho más abiertas que las sociedades mercantiles o capitalistas, las que por lo común marginan y/o segregan a

todos aquellos sectores que no se encuentran en condiciones de jugar de acuerdo a sus reglas de juego. Los mapuches han asimilado muchos elementos "étnicos" del "enemigo" y al mismo tiempo, es uno de los pueblos indios con mayor identidad en el continente".⁵

En las comunas de la cuenca la etnia Mapuche realiza actividades relacionadas a su cultura, como la elaboración de artesanías, comidas típicas, utilización de medicinas naturales y ritos sagrados; si bien es cierto la mayor parte de sus productos se destinan a la venta para turistas y visitantes locales, conservan sus rituales para su pueblo y no generan ganancias con exposiciones de los mismos.

En las comunas de Lanco y Mariquina se encuentra en funcionamiento el Programa Orígenes, un programa de gobierno destinado a fortalecer las comunidades indígenas, el cual ha generado la realización de muestras de comidas y artesanías típicas en estas comunas, así como reuniones de diferentes grupos de la región. En la comuna de Valdivia la actividades se concentran en Panguipulli.

Respecto de la religión de las comunidades que viven en la cuenca del Cruces, podemos señalar que, tal como lo muestra el tabla 13, en todas las comunas es mayoritaria la población que se declara Católica (63%), seguidos por los Evangélicos (22%), Ateos y Agnósticos (9%) y otra religión (4%) distinta de las establecidas en el Censo de 2002.

Sin considerar a la comuna de Valdivia, podemos señalar que tanto la comunas de Loncoche y Lanco son las que presentan mayor diversidad de creencias religiosas y en Mariquina existe una mayor proporción de Evangélicos respecto de las otras comunas.

⁵ Tomado de Historia del Pueblo Mapuche. www.origenes.cl

Tabla 13. Pertenencia a alguna Religión en las comunas de la cuenca del río Cruces.
Fuente Censo 2002.

Censo 2002	Loncoche	Lanco	Mafil	Mariquina	Valdivia
Total Encuestados Religión	16791	10873	5177	12770	106509
Católicos	11174	7610	3496	8527	66320
Evangélicos	4032	2076	1186	3180	22941
Testigo Jehova	94	119	24	66	834
Judaica	5	1	0	0	84
Mormón	141	52	17	45	1239
Ortodoxa	2	2	1	0	54
Otra	490	407	155	367	4088
Ninguna, Ateos, Agnósticos	852	605	298	584	10930

3. Caracterización de localidades asociadas a la cuenca del río Cruces.

Durante la formulación del presente Plan Integral de Gestión Ambiental, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) contrató una consultoría, de la cual, uno de sus productos obtenidos fue, una caracterización Descriptivo - Explicativo preliminar, de algunas de las localidades aledañas al Humedal del río Cruces. En la tabla 14 se muestran las localidades que se detallaran a continuación:

Tabla 14. Localidades caracterizadas en el proceso de formulación.

Comunas	Localidades
Valdivia	Punucapa Cabo Blanco Villa Cayumapu
Mariquina	Tralcao Pufudi Pelchuquín Estación Mariquina Raluya Ciruelos Rucaco
Máfil	Iñaque Runca Huillón

- Jose Naupallante, director Junta de Vecinos y consejero Comunidad Indígena, vive desde hace más de 30 años en la localidad.

b. Antecedentes históricos:

La localidad era parte del territorio del Cacique Huechante y en él vivían las familias Lefno, Panguí y Manquecheo. Todos sus habitantes eran mapuches y se dedicaban a la agricultura. En forma posterior, también se dedicaron al cultivo de trigo y a la venta de su producción a Molinos Collico. Sin embargo, con el terremoto de 1960, al igual que en el sector de Punucapa, una gran cantidad de terrenos agrícolas son inundados, lo que afecta disminuyendo parte de la actividad agrícola. Hoy en día, los apellidos más comunes en la localidad son Huechante, Panguí y Andaur.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

En la localidad hay aproximadamente 80 familias con más de 300 personas. En su mayoría son hombres, siendo el grupo mayoritario el de los adultos y ancianos mayores, los jóvenes y los niños, que son alrededor de 60 en total, se trasladan a estudiar fuera de la localidad o bien, acuden a estudiar a otras localidades como Pufudi. Aunque, es importante destacar que muchos de los jóvenes una vez cumplida su etapa de estudios, regresan a vivir a Tralcao. Se aprecia que en la localidad hay más hombres que mujeres y más mapuches que chilenos.

d. Características socio-económicas y culturales.

El ingreso familiar proviene de la venta de recursos naturales (RRNN), pero a nivel básico, ya que en el sector encontramos principalmente una agricultura de subsistencia, identificándose productos de la chacra, además de frutales y papas. También comercializan productos forestales no madereros (PFNM). La comercialización la efectúan en las ferias de la ciudad de Valdivia. Además, se practica la pequeña ganadería, con crianza de aves, chanchos, ovejas y vacunos.

El turismo, asociado a la belleza del paisaje junto al río, es una actividad que poco a poco comienza a emerger. El ingreso promedio de las familias fluctúa entre los 60 y 80 mil pesos, en el caso de los que reciben pensiones y de 100 a 150 mil en el caso de los que venden su producción.

En general todos poseen entre 1 y 5 ha. de tierra, las superficies de mayor tamaño tienen 8 ha. y de éstas la mayoría están con títulos de dominio y algunas en trámite, puesto que sus tierras han sido producto de sucesiones. Pudimos apreciar que no hay prácticas colectivas de trabajo en la comunidad, los servicios se pagan con dinero, algunos arriendan sus tierras para la siembra de trigo.

Cuentan con servicios de luz y agua potable rural, los cuales obtuvieron hace 4 años aproximadamente. Para trasladarse a cualquier centro urbano deben caminar entre 30 y 50 minutos hasta salir a la Ruta 5 Sur. Existe en el sector una escuela, la cual tiene una matrícula de 15 niños y es unidocente. Recientemente han finalizado la construcción de un salón multiuso. Encontramos además, una sede del Club Deportivo y un puerto en buenas condiciones, recuperado recientemente para el desembarque de los botes.

En un período de 50 años la comunidad ha tenido una serie de cambios tanto naturales como sociales, uno de éstos es el maremoto que les transformó terreno productivo en vegas y que implica que se redujera la superficie productiva, los caminos y la urbanización en general. Otro elemento que quedó en evidencia en la entrevista es el impacto de la muerte de los cisnes en el humedal, que se ha traducido en una incertidumbre en cuanto al futuro turístico de la localidad, que estaba centrado en la observación de avifauna.

e. Redes sociales

Existen 7 Organizaciones en la localidad, éstas son

- Comunidad Indígena
- Asociación Indígena
- Junta de Vecinos
- Club Deportivo
- Comité de Agua
- Centro de Padres
- Agrupación de Mujeres
- Comité de Pequeños Agricultores.

Siendo las más importante la Junta de Vecinos y la Comunidad Indígena, puesto que agrupan y gestionan a toda la comunidad.

Esta comunidad tiene mucha experiencia en el manejo de proyectos en diferentes áreas, productiva, social, ambiental y de infraestructura. También se han capacitado en diferentes rubros y con distintos agentes, entre ellos la universidad y consultoras.

Entre las actividades sociales de mayor importancia destacan los encuentros deportivos y los organizados por la iglesia. La comunidad se informa a través de papeles y afiches, algunas veces por la radio Madre de Dios de San José.

f. Expectativas de la comunidad

f.1 Dificultades:

Existen hoy en día problemas con el abastecimiento del agua, puesto que en el pozo profundo que alimenta la red, se está acabando el agua y en las otras zonas donde se han hecho estudios al parecer está contaminada.

f.2 Proyecciones:

- Exportar cerezas y frutales, así como fortalecer el turismo a nivel local.
- Mejorar la educación en el ámbito local.
- Terminar la estación médica
- Establecer un Fogón Tralcahuino

3.1.2. Pufudi

a. Entrevistados:

Margarita Uribe, presidenta del Comité de Agua de Pufudi y directora de la Escuela. No se encontraron en la localidad otros dirigentes, puesto que estaban trabajando o muy alejados de la zona de entrevistas. Esto, probablemente afecte la caracterización general, ya que sólo se cuenta con un relato para la construcción de ésta.

b. Antecedentes históricos:

De acuerdo a lo relatado por la directora de la escuela particular de Pufudi, ésta es una localidad muy antigua y sus habitantes más importantes fueron mapuches. Sin embargo, ella no poseía muchos antecedentes sobre la historia local, puesto que sólo reside en el lugar desde hace seis años. A pesar de lo cual ella comenta que hoy en día la población está compuesta mayoritariamente por colonos, lo que se refleja en los apellidos más comunes hoy, que son Arcos, Aros y Benavides. La entrevistada aprecia que en general, si bien la comunidad se dedicaba a la agricultura, hoy en día es mayoritariamente asalariada y muchos son obreros forestales o desempeñan trabajos ocasionales.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

En la comunidad de Pufudi hay alrededor de 50 casas, siendo los habitantes mayoritariamente mujeres y niños. También es posible encontrar más chilenos que mapuches. Cuentan con servicio de agua potable rural, electricidad y telefonía rural, aunque esto último sólo en el colegio.

d. Características socio-económicas y culturales:

El ingreso promedio es muy bajo, entre los 50 y 100 mil pesos y quienes allí residen poseen entre 1 a 5 ha. de tierra. Trabajan en empresas forestales y viveros como BOPAR y Sone, así como en las empresas de arándanos. Otros, sobreviven por medio de las pensiones asistenciales y jubilaciones.

e. Redes sociales:

En la localidad existen 4 organizaciones:

- Junta de Vecinos
- Club Deportivo
- Comité de Agua Potable
- Centro de Padres

La Junta de Vecinos y el Comité de Agua son las organizaciones más importantes del sector, puesto que cuentan con reputación y buena gestión de sus directivos, otras organizaciones presentes en el territorio son las iglesias que existen en el lugar.

f. Expectativas de la comunidad

f.1 Dificultades:

Problemas de abastecimiento de agua

f.2 Proyecciones:

- Que se concrete el proyecto del agua
- Que se mejoren las vías de acceso a la localidad

3.1.3. Pelchuquín (Pájaro Gris)

a. Entrevistados:

- Luís Contreras, presidente del Comité de Adelanto
- José Miguel Llancapán (antes comité de Vivienda), reside en la localidad por más de 40 años.
- Alicia Flández, vice presidenta de las Damas Cooperadoras de Bomberos, quien reside desde hace más de 50 años en la localidad.

Estos fueron los únicos dirigentes que encontramos disponibles en la localidad, puesto que los otros se encontraban trabajando. En el caso de la junta de vecinos, nos encontramos que ésta no está vigente y que actualmente se encuentra en proceso de reestructuración.

b. Antecedentes históricos:

La localidad de Pelchuquín tiene más de 100 años y se forma al alero de la Misión de Peluquín, ésta tenía por objetivo evangelizar a los mapuches que habitaban en la zona, así como establecer intercambios comerciales con éstos. Esto último debido a que

estas tierras son de alta productividad agrícola y los habitantes del sector vivían principalmente de ésta actividad económica, complementada con la crianza de animales.

Posteriormente, comienza un proceso de asentamiento de colonos y españoles en el lugar que van desplazando a la población mapuche hacia los sectores costeros, luego de un proceso de expropiaciones y usurpaciones. Esta zona era reconocida por ser parte del territorio del Cacique Huechante. Es así como hoy encontramos que los apellidos mapuche más comunes son Huechante y Tripai y en el caso de los colonos, son los Estrada y los Rademacher.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

De acuerdo a la información entregada por los entrevistados, en la comunidad viven unas 2.500 personas aproximadamente, de las cuales una cantidad importante está ubicada hacia las zonas rurales. Sin embargo, según datos del Censo de Población 2002, en la Villa de Pelchuquín viven 593 personas, con una presencia de 157 casas.

Esta concentración de población en el sector explica que Pelchuquín, en épocas anteriores, tuviera tanta importancia dentro de la comuna de Mariquina, de hecho contaba con un registro civil y servicio de correos. En la actualidad Pelchuquín es una localidad que concentra una alta tasa de población, más de 300 familias, esto ha implicado que en los últimos años se construyan dos poblaciones para poder satisfacer la demanda habitacional del lugar.

La explosión de esta demanda habitacional se debe a un acelerado y tardío proceso de expulsión de los inquilinos de los fundos donde habitaban tradicionalmente. La modernización de la actividad agrícola y los cambios de rubros en la agricultura, ha reemplazado a los inquilinos por obreros asalariados y/o temporeros, según sea el caso. Esta migración hacia la Villa de Pelchuquín se aceleró desde comienzos de los 90, con un alto número de migrantes jubilados de los fundos agrícolas, así como también hijos de inquilinos. En la localidad hay actualmente una gran cantidad de

jóvenes (matrimonios jóvenes) y adultos, así como niños. Los jóvenes, a pesar de ser un grupo numeroso, se ven obligados a migrar por el tema laboral.

d. Características socio-económicas y culturales:

El principal ingreso familiar proviene del trabajo asalariado que se realiza en las plantaciones agrícolas correspondientes a las empresas Sone (producción de flores y bulbos) y Alessandrini (producción de manzanas, peras, arándanos y nueces). El ingreso promedio mensual para estas familias es de 150 mil pesos. En su mayoría los que viven en las zona urbanas poseen sólo el terreno donde está emplazada la vivienda; por su parte los habitantes de las zonas rurales poseen entre 1 y 5 ha. El trabajo está organizado de manera familiar en el caso de los rurales. En el caso de los urbanos, por lo general sólo trabaja un miembro del núcleo familiar.

Los habitantes urbanos poseen servicios de telefonía rural, agua potable, luz, recolección de basura y transporte público con alta frecuencia puesto que están a 10 minutos de la carretera. También hay dos colegios (uno de monjas, con internado y uno municipal). En el sector existe una posta atendida por un auxiliar residente, que cada 15 días es visitada por una ronda médica.

En los últimos años los cambios en la comunidad están dados por los adelantos en urbanización y el mejor acceso a servicios. Sin embargo, los habitantes identifican la pérdida de un lugar de importancia, la Playa Paico, a la cual ya no concurren, luego de que muchos de los niños que se bañaban en el sector sufrieron de alergias dérmicas, hechos que, según afirma la comunidad, acontecieron paralelamente a la muerte de los cisnes y al enturbiamiento de las aguas del río Cruces.

e. Redes sociales:

En la localidad existen 7 organizaciones:

- 2 Centros de Padres
- Club Deportivo Juventud de Pelchuquín
- Comité de Agua Potable
- Comité de Vivienda
- Comité de Adelanto
- Agrupación de Mujeres o Centros de Madres, que proviene de CEMA Chile
- Damas Cooperadoras de Bomberos
- Agrupación de Adulto Mayor y
- Agrupación de productores asociados a Kolping.

Tal como se mencionó anteriormente, la Junta de Vecinos no existe en el lugar, pero hay dos de éstas hacia las zonas rurales. Las organizaciones más importantes son los Comités de Vivienda puesto que cuentan con buena reputación y gestión exitosa de proyectos. Así también el Club Deportivo es importante ya que en él participa una gran cantidad de personas. Los proyectos que se han ejecutado están asociados a la obtención de infraestructura, en el último tiempo se obtuvo el proyecto que condujo a la construcción de un salón multiuso para el comité de adelanto José Llancajón. La localidad también cuenta la infraestructura de un gimnasio municipal.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

- Falta de alcantarillado y por lo tanto, inexistencia de sistema de evacuación de aguas.

f.2 Proyecciones:

- Que Pelchuquín crezca más.

3.1.4. Ciruelo

a. Entrevistados:

- Edgardo González Zapata, Profesor de la Escuela Rural de Ciruelos.
- Manuel Robles, Presidente del Club Deportivo y Tesorero del Comité de Agua Potable y la Junta de Vecinos, reside en el sector hace aproximadamente 25 años.
- Armando Carillanca, Bombero, miembro de la Junta de Vecinos y Secretario de la Asociación Indígena Trafún Mapu (agrupa a diferentes actores de la comuna).

b. Antecedentes históricos:

Si bien, al igual que en las demás localidades de la zona, los primeros habitantes del sector fueron mapuches dedicados a la agricultura y pequeña ganadería, la localidad de Ciruelos se consolidó como tal tras la llegada de los colonos a la zona, convirtiéndose con el paso de los años en Estación Ciruelos. En los primeros años muchos habitantes también se dedicaban a la extracción de oro en las minas del sector de Madre de Dios. La explotación de estas minas se registra desde la llegada de los españoles.

Otra actividad importante, desde el principio de ésta comunidad, pero que sin duda se ha incrementado en las últimas décadas es la forestal. La población de colonos se instala en el sector gracias a la empresa Forestal MAGAZA, que forma la Villa García, posteriormente llega la forestal Caburga que instala otra Villa, actualmente muchos de los residentes trabajan en los aserradero cercanos, así como en la empresa Celulosa Arauco. Otro elemento que influyó en el poblamiento de la zona es el relleno de un pozo de lastre que había en el sector, por fuerte influencia de la gestión del Alcalde Mitre quien solicitó se habilitaran estos terreno con el material que se sacaba de la

construcción de la Ruta 5 Sur. Esto en la actualidad aun no ha sido saneado debidamente. Los apellidos más comunes dentro de la comunidad son Zuber y Becerra.

Una de las construcciones que destaca en el lugar es la Iglesia construida por el padre Bernabé Lucerna hace 25 años aproximadamente, encontramos otras iglesias en los sectores de Pelchuquin y comuna de Máfil.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos del Censo 2002, en Ciruelos viven 537 personas y existen 146 viviendas. La población es mayoritariamente adulta, los niños de la comunidad son alrededor de 100 y los jóvenes son quienes más migran por razones laborales o de estudios.

d. Características socio-económicas y culturales:

El principal ingreso familiar proviene del trabajo asalariado en actividades vinculadas al rubro forestal, aserraderos y faenas forestales. Muchos de sus habitantes trabajan en Forestal Santa Magdalena.

En cuanto a la cobertura de servicios, la localidad cuenta con electricidad, agua potable rural, recolección de basura una vez por semana y teléfono. El servicio de alcantarillado es muy deficiente y esta sostenido en función de fosas sépticas, el agua potable es de pozos profundos. El transporte nunca ha sido un problema pues se encuentran a la orilla de la Ruta 5 Sur.

En cuanto a la infraestructura comunitaria disponible en el sector, cuentan con una sede, 2 canchas y cuatro iglesias. Entre los servicios sociales que posee la comunidad se encuentran las iglesias, el consultorio, y la escuela, además cuentan con la presencia de bomberos. Destaca entre los eventos la celebración de la ceremonia religiosa de Santa Teresa.

En los últimos 10 años ha sido muy importante para Ciruelos la inmigración por razones laborales, lo que ha generado un importante crecimiento de la localidad.

e. Redes sociales:

Existen 7 Organizaciones en la localidad, éstas son:

- Junta de Vecinos
- 2 Clubes Deportivos
- Comité de agua potable rural
- Comité de allegados
- Centro de padres
- Agrupación de mujeres

Siendo las más importantes la Junta de Vecinos y el Club Deportivo.

En cuanto a la experiencia en la ejecución de proyectos, la comunidad ha desarrollado proyectos en el área social, cultural, deportiva y de salud. Destacándose entre ellos, la Semana Ciruelina. Entre las capacitaciones recibidas se encuentran cursos técnicos ligados con el oficio de los hombres, como plantaciones forestales, carpintería, computación, pero también en fortalecimiento organizacional.

f. Expectativas de la comunidad

f.1 Dificultades:

- Delincuencia juvenil
- Deficiencias en el alcantarillado

f.2 Proyecciones:

- Pavimentación
- Mejoras del sistema de alcantarillado
- Existencia de organizaciones comunitarias comprometidas con los bienes comunitarios.

3.1.5. Estación Mariquina

a. Entrevistados:

- Inola González, Presidenta Junta de Vecinos N° 2. Reside en la localidad desde hace más de 40 años.
- Teresa Acuña, Presidenta del Comité de Agua Potable Rural. Reside en Estación Mariquina desde hace más de 30 años.
- Hortensia Casanova, Secretaria de la Junta de Vecinos N°2, reside en el sector desde hace aproximadamente 7 años.

b. Antecedentes históricos:

Si bien los entrevistados afirman que los primeros habitantes fueron mapuches dedicados a la agricultura y pequeña ganadería, con el paso de los años, el sector se convirtió en una villa- estación ferroviaria, donde la actividad se centraba en torno a un molino de trigo que era la principal fuente de trabajo. Posteriormente pasa el tren por ese lugar y genera con ello una fuerte dependencia.

Luego, en 1950, siendo propietario de esas tierras Jorge Jaramillo, comienza a lotear a fin de que sus trabajadores puedan vivir en el sector. Era una comunidad de 80 casas, que comenzó a crecer abruptamente hace 6 años a partir de la entrega de terrenos y casas por parte de la municipalidad a vecinos y personas que trabajaban en el Planta

de Celulosa. Entre los apellidos más comunes dentro de la comunidad destacan, Antimanqui, Huaiquemán, Reyes y Jaramillo.

En los últimos 6 años ha sufrido cambios importantes vinculados a la puesta en marcha de la Planta de Celulosa Valdivia, con lo cual se ha convertido en un hito histórico en la vida de este pueblo, pues cambió drásticamente el ritmo de vida del lugar.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos del Censo 2002, en Estación Mariquina viven 412 personas y existen 122 viviendas. Sin embargo, según sus dirigentes entrevistados, la población ha crecido notablemente en los últimos años debido a que muchas personas que trabajan en rubros ligados a la empresa CELCO han llegado a vivir a la localidad. En cuanto a la distribución de género ésta es igualitaria, por su parte la distribución etarea nos indica que la población se concentra en el grupo de los adultos y ancianos.

d. Características Socio-económicas y culturales:

El principal ingreso familiar proviene del trabajo asalariado, principalmente en los Aserraderos Arauco y las faenas forestales, aún cuando una cantidad considerable de hogares se mantiene con pensiones del Estado. Si bien, los puestos de trabajo en los Aserraderos Arauco son previos a la instalación de la planta de Celulosa Valdivia, con la puesta en marcha de ésta, los puestos se vieron incrementados. Los habitantes del sector, perciben un beneficio directo tras la puesta en marcha de ésta, debido a una evidente disminución de la cesantía. En cuanto al nivel de ingresos la gran mayoría recibe el sueldo mínimo. Algunos dirigentes entrevistados dan cuenta de mejoras en la calidad de vida de la comunidad, ya que, según afirman, tener una fuente laboral más estable les ha permitido incluso remodelar sus viviendas. Ya durante el período de construcción de la planta una parte importante de la comunidad se vio beneficiada, al prestar servicios de alojamiento y alimentación a los trabajadores.

En cuanto a cobertura de servicios, la localidad cuenta con electricidad, agua potable rural, recolección de basura una vez por semana y teléfono. No poseen servicios de alcantarillado y en su defecto cada casa tiene una fosa séptica. Tampoco tienen cobertura del transporte público y el transporte es a través de taxis, manejados por los mismos vecinos. Esta última situación significa una dificultad para trasladarse a cualquier centro urbano, debido a los altos costos monetarios que implica el servicio de taxis.

En cuanto a la infraestructura comunitaria disponible en el sector, cuentan con una sede, una cancha y varias iglesias. No existe consultorio, estación de salud, ni ronda médica, tampoco retén de carabineros y cementerio. La escuela, por su parte, se encuentra muy deteriorada, y como señalan las entrevistadas, en los últimos años sólo se ha mantenido por el apoyo de la empresa CELCO, la que ha aportado con calefacción, inmobiliario y les construyó un jardín infantil, otros de los problemas que afecta a la escuela es la poca matrícula, puesto que vienen a buscar a los niños desde otros lugares.

Además de las reuniones de las diferentes organizaciones de la comunidad y los partidos de fútbol, no existen otras instancias de encuentro, salvo para navidad, cuando se realizan onces y actividades para los niños del sector, financiadas por CELCO y organizadas por las Juntas de Vecinos.

Es importante destacar el impacto que ha tenido sobre esta comunidad la Planta Valdivia de Celulosa Arauco S.A. Por una parte ha generado absorción de mano de obra y el incremento de la población y por otra, los aportes benéficos que la empresa ha realizado a través de la escuela o de las juntas de vecinos. Entre los impactos negativos, en un principio fueron los malos olores, situación que ha disminuido, pero continúa siendo un problema para los vecinos el excesivo tráfico de camiones por las estrechas callejuelas de ripio del sector que ven superada su capacidad.

e. Redes sociales:

Existen 9 Organizaciones en la localidad, éstas son:

- 2 Junta de Vecinos
- Club Deportivo Ferro Mariquina, con equipos tanto femeninos como masculinos.
- Comité de Agua Potable Rural
- Centro de Padres
- Agrupación de Mujeres, financiada por Celulosa Arauco. (Talleres de manualidades)
- 3 Comités de Vivienda

Siendo las más importante las Juntas de Vecinos que trabajan unificadas y el Comité de Agua Potable.

La comunidad no presenta mayor experiencia en la ejecución de proyectos. Entre los que han ejecutado se cuenta uno para la construcción de una sede social. Actualmente existe un proyecto de educación para adultos que ha permitido que muchos mejoren su nivel escolar. Se evidencia un fuerte apoyo de la Celulosa, además a un grupo de mujeres a las que apoyan con un programa de capacitaciones en temas de manualidades.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

- La comunidad identifica como una dificultad del pasado la cesantía, asunto que hoy ya consideran superado.
- En la actualidad, los continuos cortes de luz, que significan a su vez cortes del agua potable.
- Otra dificultad ha estado dada por el cambio de vida que les a tocado vivir en un periodo muy corto de tiempo, donde ha cambiado la cantidad de población, así como los ruidos.

f.2 Proyecciones:

- Un camino de buena calidad, asfaltado. Apto para el alto tráfico de camiones.
- Frecuente limpieza de fosas sépticas.
- Generador de electricidad.
- Buena relación con la empresa

3.1.6. Rucaco (arroyo de la casa)

a. Entrevistados:

- Alexis Vargas, profesor encargado de la Escuela Municipal
- María Caurapán Ríos, Presidenta del Comité de Agua Potable Rural, quien vive en la comunidad desde hace 25 años.

Estos fueron los únicos dirigentes que encontramos disponibles en la localidad, puesto que los otros se encontraban trabajando o en San José.

b. Antecedentes históricos:

Los primeros habitantes de Rucaco (en Mapudungún Arroyo de la casa), fueron de origen mapuche y se dedicaban a la agricultura y pequeña ganadería, siendo éstos terrenos del Cacique Caurapán, quien tuvo tres hijos entre los que se repartieron las tierras y estos a su vez lo hicieron con sus hijos. Luego llegaron los Calderas, Arriagadas y así han ido creciendo. Entre los apellidos más comunes se encuentran los Marileo, Concha, León y Caurapán.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

De acuerdo a la información entregada por los entrevistados, en Rucaco viven 39 familias, con una población aproximada de 100 personas. Según datos entregados por el profesor encargado de la Escuela, la población de adultos y niños, es más o menos pareja, siendo más baja la de ancianos y jóvenes. Éste último grupo, es a su vez el que más migra por razones de estudio y de trabajo.

d. Características socio económicas y culturales:

El principal ingreso familiar proviene del trabajo asalariado realizado en la Empresa de Celulosa Arauco, pero también del Molino San Miguel, donde trabajan mayoritariamente los adultos del sector, puesto que los mas jóvenes trabajan en la Celulosa, faenas forestales y otros como obreros agrícolas. La gran mayoría de estos trabajadores, reciben el sueldo mínimo y otros dependen de sus jubilaciones.

En cuanto a la cobertura de servicios, la comunidad cuenta con agua potable rural, sólo desde el año pasado y financiado con aportes de Celulosa Arauco, recolección de basura una vez por semana y alcantarillado, que lleva los desechos hacia el río Rucaco. En la actualidad las familias poseen entre 1 y 2 ha, todos con sus títulos de dominio, lo que les permite a muchos seguir manteniendo una actividad agropecuaria de subsistencia.

En cuanto a la infraestructura comunitaria, Rucaco sólo cuenta con Iglesias, católica y evangélica, por lo que la escuela pasa a transformarse en lugar de encuentro y de reuniones.

En los últimos años los cambios en la comunidad están dados por la construcción de la doble vía de la Ruta 5 Sur y por la construcción de la Planta Valdivia de Celulosa Arauco S.A. Como consecuencia de esta última, la entrada en operaciones que durante el año 2005 provocó un gran impacto en la calidad del aire, afectando la salud de los

más ancianos del lugar, quiénes al día de hoy siguen afectados a las vías respiratorias y obligados a depender de tratamientos médicos.

El aporte de la Celulosa ha estado centrado en aportar a la comunidad apoyando en la construcción de un sistema de agua potable y apoyo a un proyecto de luz eléctrica. Una pérdida significativa para la comunidad fue la playa ubicada en las orillas del río Cruces, puesto que hoy producto de la contaminación y suciedad del río ya no pueden disfrutarla, ya que es un riesgo para la salud de las personas.

e. Redes sociales:

En la localidad existen 3 organizaciones:

- Junta de Vecinos
- Club Deportivo
- Comité de Agua Potable Rural

Además la comunidad cristiana, católica y evangélica. Las más importantes son la junta de vecinos y el comité de agua potable.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

La comunidad identifica claramente como una dificultad la llegada de la empresa CELCO. Además de disputas internas de los habitantes de la localidad.

f.2 Proyecciones:

- Poder vivir en un medioambiente limpio

- Que sean apoyados por las autoridades en el proceso de reivindicar sus demandas de salud.

3.1.7. Raluya

a. Entrevistados:

- Jorge Tranamán, pequeño agricultor, Primer Director de la Comunidad Indígena y Coordinador Modulo Prodesal II, ha residido más de 40 años en el sector.
- Juan Tranamán, Presidente de la Comunidad Indígena de Raluya, toda su vida, 65 años.
- Luis Ramírez Peña, Profesor de la Escuela Particular de Raluya.

b. Antecedentes históricos:

Los primeros habitantes del sector fueron mapuches dedicados principalmente a la agricultura. Este territorio perteneció al Cacique Miguel Tranamán, siendo usurpado mediante engaños a los comuneros mapuches, y pasando así a ser propiedad de una familia que ostentaba las mayores extensiones de tierras en el sector.

Los apellidos más comunes dentro de la comunidad son Tranamán, Carimán, Huequemán y Escares.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos entregados por los entrevistados, en la comunidad viven alrededor de 22 familias, con un total de 100 personas aproximadamente. La población es principalmente adulta, habiendo muy poca presencia de jóvenes, la mayoría de éstos se traslada hacia los centros urbanos en busca de trabajo o alternativas de perfeccionamiento.

d. Características socio-económicas y culturales:

La comunidad está compuesta principalmente por pequeños agricultores que obtienen la mayor parte de sus ingresos por medio de la venta de recursos naturales, además del trabajo asalariado como obreros agrícolas y forestales. Entre los recursos comercializados se encuentra leña, que es vendida principalmente al interior de la comunidad, las papas, leche, queso, entre otros, son vendidos en los lugares poblados. La mayoría de los habitantes tienen un promedio de tierras entre 1 y 4 ha. todos poseen títulos de dominio y en ellas desarrollan el trabajo por familias, además de utilizar las medierías y vueltas de mano como técnicas de trabajo compartido.

Una parte importante de la población recibe ingresos por medio de pensiones asistenciales y también a través del Programa Puente.

En cuanto a la cobertura de servicios, la comunidad cuenta con agua potable rural y electricidad. Siendo la primera de muy mala calidad, puesto que viene de vertientes que pasan por un tranque, aparentemente mal ubicado, lo que implica que el agua salga sucia. Para resolver esto se han comenzado a realizar estudios sobre el agua.

En Raluya, la comunidad cuenta con dos sedes, de la Junta de Vecinos y del Club Deportivo, además de una cancha, una iglesia evangélica, otra católica y una escuela particular. La comunidad se reúne en beneficios, asados, fiestas y reuniones.

Desde Noviembre de 2004 un grupo de estudiantes y académicos de la UACH, que conforman la denominada Red por el Factor Humano, han desarrollado una serie de actividades con los habitantes del sector Raluya, entre las que se cuentan, visita de los niños de la Escuela de Raluya a la Universidad Austral, charlas y exhibición de videos a la comunidad, entre otras actividades. De este trabajo nació el sitio web www.raluya.org y desde este mes trabajarán en un proyecto financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de dicha casa de estudios, que tiene por objetivo dar respuesta a las

demandas socio-ambientales de la comunidad y el cuál será ejecutado por profesionales de los institutos de Salud Pública, Geociencias y Comunicación Social.

En los últimos 10 años ha cambiado considerablemente el paisaje y entorno de la comunidad debido al aumento de las plantaciones forestales. Por otra parte, luego de la puesta en marcha de la Planta de Celulosa Valdivia, la población del sector la señala como responsable de ciertos cambios relacionados con el ambiente y la salud de las personas. Es el caso de adultos mayores y niños a los cuáles se les han detectado enfermedades respiratorias. Por otra parte los pequeños agricultores, aseguran que el año en que la Planta comenzó sus actividades, vieron profundamente mermada su producción agrícola, marcado esto por el deterioro de los frutales y siembras de cereales. A esto se suma, indican, que el río desde hace dos años comenzó a presentar un color verdoso, atribuible a las descargas del Aserradero de Arauco. Otro elemento de cambio en la comunidad está dado por el deterioro de los caminos por el uso forestal, esto implica que en invierno la localidad queda aislada, por un lado se inunda con las crecidas del río y por el otro lado el camino hacia Rucaco se llena de barro y es intransitable.

e. Redes sociales:

Existen 7 organizaciones en la localidad:

- Junta de Vecinos
- Centro de Padres
- Comunidad Indígena
- Club Deportivo Adison Aguilar
- Comité de Agua Potable Rural
- Comité de Pequeños Agricultores
- Grupo de Semilleros de papas

Entre éstas las de mayor importancia son la Junta de Vecinos, la Comunidad Indígena y el Club Deportivo.

La comunidad ha tenido cierta experiencia en la ejecución de proyectos productivos, financiados por CONADI e INDAP.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1. Dificultades:

- Los malos olores luego de la puesta en marcha de la Planta Valdivia de Celulosa Arauco.
- Problemas con el abastecimiento de agua
- Caminos en mal estado, principalmente en invierno

f.2. Proyecciones:

- mejorar las condiciones sociales de las familias
- mejorar los accesos

3.2. Antecedentes de las localidades de la Comuna de Máfil

3.2.1. Iñaque

a. Entrevistados:

- Victor Tapia Oyarzún, Presidente de la Junta de Vecinos, ha residido más de 7 años en el sector.

Fue el único dirigente que encontramos disponible en la comunidad.

b. Antecedentes históricos:

Esta comunidad se formó en la década de 1960, con terrenos donados por el Estado a familias que perdieron sus tierras tras el maremoto. Si bien antiguamente existía un fundo que llegaba hasta Mocún, las primeras familias del sector son los parceleros que llegan tras mayo del '60, entre ellas se encuentran las familias Barría, Rosas, Hille, Cárdenas, Cerda, entre otras. En la actualidad viven en esas tierras sus herederos.

Hoy en día los apellidos mas comunes son Olguín, Arteaga, Cerda, Tapia, Escobar y Rebolledo. Cabe señalar que a orillas de la carretera hacia Máfil, también hay una localidad conocida como Lñaque bajo, sin embargo ésta es más reciente y cuenta con un Comité de Adelanto, de ellos no se obtuvo entrevistas.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos entregados por el Presidente de la Junta de Vecinos, en la comunidad viven entre 20 y 25 familias. La población es principalmente adulta, pero con una gran cantidad de niños. Los jóvenes son el grupo que más viajan hacia los centros urbanos por estudios, pero luego vuelven a su comunidad. Ellos se mueven a Valdivia y Máfil principalmente.

d. Características Socio-económicas y culturales:

La comunidad está compuesta principalmente por pequeños propietarios agropecuarios, siendo la actividad ganadera y lechera la de mayor importancia. La mayoría de la población está asociada al Acopio Cudico, que entrega a la lechera Agroleche. El ingreso es relativo, puesto que depende de la producción y la calidad de la leche. Hay algunos miembros de la comunidad que son obreros asalariados en fundos agrícolas y pecuarios cercanos a Lñaque. También se ubica en el sector desde hace más de 20 años, la empresa Cran Chile, sin embargo no absorbe mano de obra de la comunidad.

La mayoría de los habitantes tienen en promedio de 1 a 5 ha de superficie. pese a que en el sector existen algunos propietarios que poseen hasta 10 ha. Todos éstos poseen títulos de dominio. El trabajo es desarrollado por familias. Los adultos mayores de la población, reciben ingresos por medio de pensiones asistenciales.

En la localidad hay un camping, administrado por una familia de lugareños y que tiene el río como principal atracción.

En cuanto a la cobertura de servicios, la comunidad cuenta con electricidad solamente, además de la recolección de basura semanal hecha por el municipio. En términos de infraestructura, la comunidad no cuenta con espacio comunitario y sólo se encuentran conjuntamente en reuniones.

En los últimos años los mayores cambios en la localidad están dados por el acceso a la educación de los niños y jóvenes, ya que la mayoría de éstos hoy tienen mayor instrucción que sus padres y abuelos.

e. Redes sociales:

Existe 1 organización en la localidad:

- Junta de Vecinos

Han tenido experiencia ejecutando proyectos productivos financiados por el Municipio, para la compra de pollitas y del FOSIS para la compra de implementos para una futura sede comunitaria.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1. Dificultades:

- -No contar con un espacio físico apropiado para las reuniones comunitarias

f.2. Proyecciones:

- Tener una sede social

3.2.2. Runca

a. Entrevistados:

- Nibi Carrera, Secretaria de la Junta de Vecinos. Vive desde hace 10 años en el sector
- Eliana Olguín, Presidenta del Club Deportivo, Centro de Madres y Grupo de Acopio, vive 16 años en el sector.

b. Antecedentes históricos:

De acuerdo a lo señalado por las entrevistadas los primeros habitantes de ese sector son colonos de apellidos Hernández y Martínez. Los antiguos residentes se dedicaban a la agricultura, siembra de trigo y ganadería, principalmente. Los apellidos más comunes en la actualidad en la localidad son Cárdenas y Peña.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos entregados por las fuentes, en la comunidad viven alrededor de 50 familias, con un total estimado de 200 personas aproximadamente. La población es principalmente adulta, aunque hay gran cantidad de niños/as y jóvenes, estos últimos se trasladan, en su mayoría, hacia los centros urbanos a estudiar, buscar trabajo y alternativas de perfeccionamiento.

d. Características socio-económicas y culturales:

La comunidad está compuesta principalmente por pequeños parceleros dedicados a la actividad agropecuaria, siendo la leche uno de sus principales productos. La producción es llevada hasta el centro de acopio del sector, Sociedad Anónima Runca, creada por los productores locales hace aproximadamente 20 años. Esta producción genera un ingreso familiar de entre 100 y 200 mil pesos mensuales.

Muchas de las familias elaboran otros derivados de la leche, mantequilla y queso, que luego comercializan en los centros urbanos. En algunos hogares uno de los miembros trabaja como obrero agrícola en cualquiera de los diferentes fundos de los alrededores, ganando allí el salario mínimo. Según los habitantes de la comunidad, actualmente el trabajo es escaso para los hombres en el sector, por ello la venta de carne, ya sea de vacuno u ovino, es una estrategia que les permite sortear la época de invierno cuando baja la producción lechera. La mayoría de los habitantes tienen como promedio 2,5 ha. y todos poseen títulos de dominio.

En cuanto a la cobertura de servicios, cuentan con agua potable rural, electricidad y transporte público. La comunidad cuenta con dos sedes, de la Junta de Vecinos y del Club Deportivo, además de una cancha, una iglesia evangélica, otra católica y una escuela particular. La población se reúne para hacer beneficios, fiestas y reuniones.

En los últimos años ha cambiado el entorno de la comunidad debido al mejoramiento del camino a Malihue, de uso forestal principalmente. Esto ha implicado el aumento de ruidos que afectaron a los vecinos, sobre todo durante las noches. En la actualidad, la comunidad se encuentra instalando el agua potable que beneficiará a cerca de 129 familias del sector y alrededores.

e. Redes sociales:

Existen 7 organizaciones en la localidad:

- Junta de Vecinos
- Centro de Padres
- Club Deportivo Ranger de Runca
- Comité de Agua Potable Rural
- Centro de Madre
- Sociedad Anónima Runca
- Asociación Gremial de la Agricultura Familiar Campesina

De éstas, la reconocida como de mayor importancia es la Sociedad Anónima Runca, seguida del Club Deportivo y del Centro de Madres.

La comunidad ha tenido cierta experiencia en la ejecución de proyectos productivos, financiados por INDAP, FOSIS y Municipalidad, lo que les ha permitido habilitar sus sedes sociales.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1. Dificultades:

- Falta de trabajo

f.2. Proyecciones:

- Mejorar las condiciones laborales del sector.

3.2.3. Huillón

a. Entrevistados:

- Iris Soto, Secretaria de Unión Comunal de Juntas de Vecinos de Mafil y Presidenta de la Junta de Vecino de Huillón. Ha residido más de 7 años en el sector.

Fue el único dirigente que encontramos disponible en la comunidad.

b. Antecedentes históricos:

La comunidad se forma por una parcelación que se hace aproximadamente en el año 60, donde la familia Matus que es la principal dueña de esas tierras, luego heredaron los hijos y éstos actualmente han comenzado a vender las tierras a terceros.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos entregados por los entrevistados, en la comunidad viven alrededor de 48 familias con más de 180 personas en la localidad. La población es principalmente adulta, pero con una gran cantidad de niños. Los jóvenes son el grupo que más viaja a la ciudad por estudios pero luego vuelven a su comunidad, ellos se mueven a Valdivia y Mafil principalmente.

d. Características Socio-económicas y culturales:

La comunidad está compuesta principalmente por pequeños productores agropecuarios, siendo la actividad ganadera la de mayor importancia. La mayoría de la población está asociada al Acopio Cudico, lo que implica que entreguen durante todo el año sus producciones lecheras a este centro. Hay algunos miembros de la comunidad que son obreros que trabajan en Lanco, Valdivia y San José. Hay un grupo de mujeres en el sector que también producen derivados de la leche, fabricando queso y recolectan

frutos silvestres, los que luego venden en la ciudad a sus clientes. Otros ingresos en las familias son percibidos por las ventas de productos agrícolas y de ganadería (como carnes y papas). La mayoría de los habitantes tienen un promedio de superficie entre 1 y 5 ha. pese a que en el sector existen algunos propietarios que poseen hasta 40 ha. Todos poseen títulos de dominio. El trabajo es desarrollado en forma familiar.

Los adultos mayores de la población, perciben ingresos mediante pensiones asistenciales. En cuanto a la cobertura de servicios, la comunidad cuenta con electricidad solamente, se aprovisionan de agua por medio de estanques individuales, lo cual es un problema por que en el tiempo de verano, esta comienza a escasear y debe el municipio aprovisionarlos de agua. Una vez a la semana se recolecta basura, lo que se consiguió gracias a una gestión entre la junta de vecinos y la escuela del sector.

En Huillón, la comunidad cuenta con una sede de junta de vecinos, una iglesia y una escuela particular. La comunidad se reúnen sólo en reuniones.

En los últimos 10 años ha cambiado considerablemente el paisaje y entorno de la comunidad debido al aumento de las plantaciones forestales. Posteriormente a la puesta en marcha de la Planta de Celulosa Valdivia se vieron afectados por malos olores. Para los jóvenes del lugar se han abierto nuevas posibilidades de estudios y ... “de hacer otras cosas con sus vidas” (entrevista a dirigentes de Huillón).

e. Redes sociales:

Existen 4 organizaciones en la localidad:

- Junta de Vecinos
- Centro de Padres
- Club Deportivo
- Comité de Acopio Cudico

Las de mayor importancia son la Junta de Vecinos y el Club Deportivo. La comunidad ha tenido cierta experiencia en la ejecución de proyectos productivos, financiados por INDAP y el municipio, quien ha apoyado con proyectos de infraestructura y asesorías técnicas

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

- Los malos accesos para maquinaria en el sector.
- Problemas con el abastecimiento de agua
- caminos en mal estado, principalmente en invierno

f.2 Proyecciones:

- Tener un puente que permita llegar maquinaria para el trabajo agrícola..
- Mejorar los accesos

3.3. Antecedentes de las localidades de Valdivia

3.3.1. Punucapa

a. Entrevistados:

- Reinaldo Vera, presidente de la Junta de Vecinos y tesorero del Comité de Agua, el nació en Punucapa, pero viajó hacia otras zonas ya que era marinerero.
- Osvaldo Flández, presidente del Club Deportivo, quien vive hace más de 20 años en el sector El Potrero de Punucapa.
- María López, presidenta de la Agrupación Adulto Mayor, quien vive más de 10 años en el sector.

- Nelson Vásquez, profesor Escuela Rural de Punucapa, vive más de 10 años en Punucapa.

b. Antecedentes históricos:

La localidad se funda con la llegada de los españoles al sector, aproximadamente en 1880, lo que es coincidentes con la fecha que en se construye la iglesia del sector. En ese momento habitaba en el sector una población de origen williche mapuche, los que fueron siendo relegados hacia la zona costera.

De acuerdo a lo registrados en las entrevistas, podemos señalar que antes de 1960 el sector de Punucapa destacaba por ser el centro de abastecimiento de la ciudad de Valdivia, en cuanto a producción de chacra, producción ganadera y de frutales. Sin embargo, esto decae luego del maremoto, ya que muchas de las parcelas son anegadas y se pierde gran parte de las zonas de cultivo.

En la actualidad los apellidos más comunes son los Aros y Baez.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

De acuerdo a la información entregada por los entrevistados, en la comunidad viven más de 100 personas, pero de estas entre 20 y 30 viven todo el año, ya que el resto sólo permanece en el sector durante la temporada de verano o de manera ocasional los fines de semana. Según datos del Censo de población 2002, en Punucapa viven 75 personas y existen 51 viviendas. Existen en la localidad alrededor de 40 adultos mayores y cerca de 23 jóvenes y niños, los que van a estudiar en su mayoría a Valdivia y vuelven los fines de semana. Los jóvenes en la comunidad son los que más emigran, sobre todo en busca de trabajo. Se aprecia que en la comunidad hay más mujeres que hombres y más chilenos que mapuches.

d. Características Socio económicas y culturales:

El ingreso familiar proviene de la venta de los recursos naturales, entre los que se encuentra venta de frutos silvestres, venta de flores, productos de chacras y huerta. Además, una parte importante de los ingresos de la comunidad está dada por la venta de productos elaborados como la chicha y las artesanías. También encontramos que el turismo es una actividad económica emergente. En Punucapa es posible encontrar 2 restaurantes, 1 chichería y una serie de otros servicios gastronómicos y de artesanía. El ingreso promedio de las familias oscila entre 60 y 150 mil pesos. Los que menos ingresos perciben son quienes dependen íntegramente de las pensiones y jubilaciones.

Con relación a la cantidad de tierra que posee cada pequeño propietario, ésta fluctúa entre 1 y 5 ha., los que poseen mayor superficie tienen entre 5 y 10 ha. (alrededor de 3 familias). La mayoría de las propiedades tienen títulos, pero hay algunas que están todavía en trámite. El trabajo es organizado por familia y no existen actividades colectivas ni de cooperación, si alguien desea que otro le ayude tiene que pagarle su servicio.

La comunidad cuenta con servicios de luz y agua potable rural, fosa séptica y recolección municipal de basura dos veces a la semana. En cuanto a la conectividad con Valdivia, desde hace 6 años existe un camino que les permite comunicarse por vía terrestre. Además, desde hace aproximadamente 10 años la población cuenta con un subsidio para desplazarse mediante transporte en lancha y esto les permite tener dos veces al día un transporte fluvial constante, que fluctúa de acuerdo a las condiciones meteorológicas. En la localidad existe una escuela rural, un infocentro comunitario con acceso a internet, un retén de carabineros y una posta que atiende con una funcionaria paramédica en forma permanente y que es complementada con las rondas médicas. Además es importante mencionar la existencia de dos iglesias, una católica y otra evangélica.

En un período de 50 años la comunidad ha tenido una serie de cambios, entre los que se cuentan poseer agua, luz, transporte y caminos. Además de un nuevo proyecto de desarrollo como es el turismo y todo lo asociado a este nuevo rubro. Otro cambio, considerado importante por la comunidad, que les hace dar un vuelco, está ligado con la muerte de los cisnes y fauna en general del río y los humedales, así como el oscurecimiento de las aguas. Un elemento importante de considerar es que a la orilla del río se encuentran una serie de lugares de importancia cultural para la comunidad, como la escuela, el cementerio, la posta, la iglesia y evidentemente, el muelle.

e. Redes sociales:

Existen 7 organizaciones en la localidad, estas son:

- 1 Junta de Vecinos
- 1 Club Deportivo
- 1 Comité de Agua
- 1 Centro de Padres
- 1 Comité de pequeños agricultores
- 1 Agrupación de Artesanos y Gastronómicos
- 1 grupo asociado al Infocentro.

Siendo la más importante por su labor y su gestión el Comité de Agua.

Sin duda esta comunidad tiene vasta experiencia en el manejo de proyectos, lo que se evidencia por la ejecución de éstos en diversos rubros, entre los que se contemplan productivos, sociales, ambientales y de infraestructura.

Una de las actividades sociales de mayor importancia en el ámbito comunitario, es la Fiesta de la Candelaria, que se celebra el 2 de Febrero y que convoca a la mayor parte de la comunidad, como además a gran cantidad de turistas y peregrinos.

Uno de los medios de comunicación internos de la comunidad es la elaboración de carteles, las pizarras y los papeles entregados individualmente.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

- El mal estado del camino en invierno, lo que implica quedarse aislados y sin transporte hacia la ciudad, en diferentes ocasiones durante el invierno
- Problemas internos de la comunidad, con relación a la gestión de la Junta de Vecinos

f.2 Proyecciones:

- Que Punucapa mejore, que el turismo y el cultivo de flores lo potencien
- Que mejore el camino Valdivia - Punucapa

3.3.2. Cayumapu

a. Entrevistados:

- Carlos Fierro, vicepresidente de la Junta de Vecinos y presidente de la Agrupación Adulto Mayor. Reside desde que se formó la población.
- Eliana Oyarzún , directora Escuela de Cayumapu
- Ruth Concha, vicepresidenta del Comité de Salud, vive desde que se formó la población.

b. Antecedentes históricos:

La Villa Cayumapu se formó hace 13 años a partir de un grupo de empleados de la otrora empresa COVAL que deciden comprar el terreno para hacer sus casas. Llegaron

en ese entonces 43 familias, las que contaban con servicios básicos de agua, luz y alcantarillado, este último daba al río. En la actualidad, la comunidad ha crecido, lo que implica serios problemas con los alcantarillados y el abastecimiento de agua.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según datos del Censo 2002, en Villa Cayumapu viven 276 personas y hay 67 casas, lo cual coincide con los datos entregados por los entrevistados, quienes señalaron que en la localidad hay aproximadamente 60 casas con más de 200 habitantes. En su mayoría son hombres adultos mayores, aunque también hay bastante población de adultos, jóvenes y niños que se desplazan constantemente a estudiar a Valdivia y Pufudi.

d. Características socio-económicas y culturales:

Esta comunidad es en su totalidad asalariada y depende del trabajo en Lácteos Valdivia (Quesos Las Parcelas), Sone S.A, Viveros BOPAR, Alessandrini, Celulosa Arauco y Vivero Araucano. El ingreso promedio familiar es de 150 a 200 mil pesos, otros viven de sus jubilaciones que alcanzan un valor promedio de 90 mil pesos.

Cuentan con servicios de luz y agua potable rural, alcantarillado y sistema de recolección de basura, así como con telefonía rural, el transporte nunca ha sido un problema puesto que están a orilla de camino.

En un período de 10 años la comunidad ha tenido una serie de cambios en función de mejorar su infraestructura comunitaria, puesto que la Municipalidad de Valdivia ha focalizado inversiones allí.

e. Redes sociales:

Existen 4 organizaciones en la localidad:

- Junta de Vecinos
- Centro de Padres
- Agrupación de Adulto Mayor
- Comité de Salud,

Este último ha logrado gestionar proyectos para la comunidad como la estación de salud, la plazoleta y el alumbrado público de ciertos sectores.

En la actualidad existe en esta comunidad un programa de estudio para adultos que se realiza en la escuela. También cuentan con una multicancha y cancha para la recreación. Los vecinos son convocados mediante invitaciones a las reuniones y en general se junta la comunidad a festejar para fiestas patrias.

Otras organizaciones importantes al interior de la comunidad son las iglesias, hay 3 de éstas, una católica y dos evangélicas.

f. Expectativas de la comunidad:

f.1 Dificultades:

Tienen problemas con el abastecimiento del agua, puesto que deberían ampliar la red de abastecimiento desde un cerro distante a 4 Kms. para poder satisfacer la demanda actual de la comunidad. Al parecer tienen problemas con su planta de tratamientos, la cual ocupa bacterias para descomponer los sólidos.

Otra dificultad que se observa es la imposibilidad de la comunidad para expandirse. Parte de ella tuvo la intención de comprar terrenos aledaños para gestionar la construcción de una nueva población y no fue posible puesto que están catalogados como parcelas de agrado. Esto ha llevado a que las nuevas familias sólo tengan la posibilidad de “separar casa”, es decir construir una nueva vivienda como allegados en terreno cedido por familiares.

f.2 Proyecciones:

- Pavimentar las calles de la población

3.3.3. Cabo Blanco

a. Entrevistados:

- Alfredo Pineda, Comerciante, Presidente de la Junta de Vecinos. Reside en el sector desde hace 60 años (toda la vida).

b. Antecedentes históricos:

El inicio de la comunidad de Cabo Blanco se remonta a un pasado mayor que 100 años y ninguno de sus habitantes actuales tiene certeza de los orígenes de ésta comunidad, salvo que eran familias de colonos que se asentaron en esa zona para dedicarse a la agricultura y la pequeña ganadería. Algunas familias tradicionalmente caboblanqueñas son Lara, Fontanaz, Pineda y Hernández. Desde el año 1997 en adelante, la comunidad comenzó a crecer, debido al loteo de muchos predios para parcelas de agrado, es así como se configura la imagen actual del sector, que se ha convertido en un sector residencial del área peri-urbana de la ciudad de Valdivia.

c. Caracterización socio-demográfica de la localidad:

Según registros de la Junta de Vecinos de Cabo Blanco en la localidad hay aproximadamente 55 familias, con un total de 250 personas aproximadamente. La población es mayoritariamente adulta, estando constituidos muchos hogares por personas ya jubiladas.

d. Características socio-económicas y culturales:

En cuanto a los aspectos socioeconómicos de la comunidad es casi imposible hablar de parámetros homogéneos, pues el carácter de sus habitantes es muy disímil. No podemos hablar de un ingreso promedio en la comunidad ni de una fuente laboral que absorba la mano de obra del sector. Sólo podemos decir, que la gran mayoría de sus habitantes vive del trabajo asalariado realizado en Valdivia y que no percibe el sueldo mínimo. Por otra parte, existe un grupo minoritario de familias que sí emplea su fuerza de trabajo en el sector, como obreros agrícolas o bien, de forma particular en el trabajo en el campo (agricultura y pequeña ganadería).

En cuanto a cobertura de servicios, la localidad cuenta con electricidad, teléfono y recolección de basura dos veces por semana. Sin embargo aún no cuentan con agua potable rural ni con alcantarillado y en su defecto utilizan fosas sépticas, cuya limpieza realizan los vecinos de forma particular. Tampoco existe en el sector cobertura de transporte público.

En cuanto a la infraestructura comunitaria disponible en el sector, sólo cuentan con la Escuela N°8 de Cabo Blanco, que facilita sus espacios para las reuniones de los vecinos.

En el último tiempo en el sector se instaló una planta de acopio de trozos de la empresa INFODEMA, lo cual ha significado un problema para los vecinos, pues denuncian la contaminación de sus pozos. Este hecho los llevó a interponer un recurso de amparo el cuál todavía se encuentra en los tribunales de la ciudad. En éste sentido el presidente de la Junta de Vecinos es enfático en recalcar que la comunidad no permitirá la instalación de ninguna empresa que pueda contaminar su ambiente y señala que los vecinos defenderán su entorno, la calidad del humedal y del estero Santa Rosa.

En los últimos años el sector ha tenido un vuelco al lotearse muchos predios en parcelas de agrado, esto hizo que del año 1997 en adelante cambiara mucho el sector.

Los vecinos están muy preocupados por el tema sanitario relacionado con las aguas. Están conscientes de la importancia de instalar correctamente sus pozos de extracción, tanto como sus fosas sépticas, para no contaminar los cursos de agua como tampoco verse contaminados por terceros.

e. Redes sociales:

Existen 3 organizaciones en la localidad, éstas son:

- 1 Junta de Vecinos
- Club Deportivo Cabo Blanco
- Comunidad Católica

Siendo la más importante la Junta de Vecino, el Club Deportivo casi no se encuentra activo. La comunidad no tienen experiencia en la ejecución de proyectos.

f. Expectativas de la comunidad

f.1. Dificultades:

- La instalación de la cancha de acopio de INFODEMA en el sector, que significó además de la contaminación de las aguas, el deterioro del camino no apto para el transporte pesado.

f.2. Proyecciones:

- Conseguir alumbrado público
- Formar un comité de agua potable rural

Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces