



Laboratorio de Modelación Ecológica  
Departamento de Ciencias Ecológicas  
Facultad de Ciencias – Universidad de Chile



Ministerio de Obras Públicas  
Dirección General de Aguas  
Depto. Conservación y Protección Rec. Hídricos

## **INFORME FINAL**

# **ANALISIS DEL IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL Y OBJETIVOS DE CALIDAD AMBIENTAL DEL LAGO BUDI**

**Septiembre 2010**

## Indice de contenidos

<b>1.- RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>3.- LA CUENCA COMO OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>11</b>
<b>4.- CARACTERIZACIÓN DEL LAGO BUDI Y DE SU CUENCA .....</b>	<b>14</b>
4.1.- CARACTERIZACIÓN FÍSICA .....	14
4.1.1.- Caracterización del suelo de la cuenca.....	15
4.1.2.- Hidrodinámica del lago .....	17
4.1.3.- Batimetría del lago Budi.....	21
4.2.- CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA .....	23
4.2.1.- Vegetación de la cuenca.....	23
4.2.2.- Análisis histórico de cambios en el uso del suelo por medio de imágenes satelitales.....	27
4.2.3.- Componentes bióticos del lago Budi.....	31
4.2.3.1.- Fitoplancton y macroalgas.....	31
4.2.3.2.- Macrofauna bentónica .....	32
4.2.3.3.- Ictiofauna.....	32
4.2.3.4.- Avifauna .....	33
4.3.- CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL LAGO BUDI .....	34
4.3.1.- Salinidad.....	35
4.3.2.- Temperatura.....	35
4.3.3.- Oxígeno .....	36
4.3.4.- pH .....	36
4.3.5.- Sólidos suspendidos totales.....	36
4.3.6.- Porcentaje de materia orgánica .....	37
4.3.7.- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) .....	37
4.3.8.- Fósforo.....	37
4.3.9.- Nitrógeno (NO <sub>3</sub> -N).....	37
4.3.10.- Clorofila" a" .....	37
4.4.- EL ESTADO TRÓFICO DEL LAGO BUDI.....	38
<b>5.- RESULTADOS DE MUESTREOS LIMNOLÓGICOS.....</b>	<b>40</b>
5.1.- ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS .....	44

5.1.1.- Conductividad eléctrica .....	44
5.1.2.- Temperatura.....	45
5.1.3.- Oxígeno disuelto.....	47
5.1.4.- pH .....	48
5.1.5.- Potencial óxido-reducción .....	49
5.2.- ANÁLISIS DE VARIABLES QUÍMICAS .....	50
5.3.- CARACTERIZACIÓN TRÓFICA DEL LAGO .....	55
5.4.- ANÁLISIS DE VARIABLES BIOLÓGICAS.....	56
5.4.1 Fitoplancton.....	56
5.4.2. Zooplancton.....	59
5.5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS MUESTREOS LIMNOLÓGICOS .....	61
<b>6.- CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.....</b>	<b>62</b>
6.1.- DEMOGRAFÍA.....	62
6.2.- NIVEL EDUCACIONAL .....	65
6.3.- SITUACIÓN DE POBREZA .....	66
6.4.- SERVICIOS BÁSICOS .....	67
6.5.- ACTIVIDAD ECONÓMICA .....	70
<b>7.- ANÁLISIS ECOSOCIAL DE LA CUENCA.....</b>	<b>74</b>
7.1.- IDENTIFICACIÓN DE ACTORES LOCALES .....	74
7.2.- AREAS DE DESARROLLO INDÍGENA, ADI-BUDI .....	75
7.3.- FACTORES SOCIALES LOCALES Y SU IMPACTO EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO BUDI .....	79
7.4.- FACTORES ECOLÓGICOS Y SU IMPACTO EN LAS SOCIEDADES HUMANAS .....	80
7.5.- USO DEL RECURSO HÍDRICO .....	81
<b>8.- BASES PARA LA PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE AGUA.....</b>	<b>84</b>
8.1.- FUNCIONES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	84
8.2.- IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	86
8.3.- PROPUESTA DE OBJETIVOS AMBIENTALES .....	91
8.3.1.- Identificación de problemas ambientales.....	92
8.3.2.- Identificación de objetivos ambientales .....	94
8.2.- MODELO DPSIR DEL OBJETIVO AMBIENTAL DESARROLLO SUSTENTABLE LOCAL.....	96

8.3.- MODELO DPSIR DEL OBJETIVO AMBIENTAL RECUPERACIÓN DEL FLUJO NATURAL DE LA RED HÍDRICA POR MEDIO DEL MANEJO DE LA BARRA DE ARENA. ....	98
8.4.- EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA DE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES Y DE CALIDAD DE AGUA .....	100
8.4.1.- <i>Ambito socioeconómico</i> .....	100
8.4.2.- <i>Ambito ecológico</i> .....	101
8.4.2.1.- Acción: catastro de fuentes puntuales y difusas.....	102
8.4.2.2.- Acción: tratamiento de aguas servidas .....	103
8.4.2.3.- Acción: implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental y acciones de monitoreo.....	105
8.4.2.4.- Acción: reforestación de riberas y laderas de cerros con especies nativas .....	106
8.4.2.5.- Acción: Apertura de la barra boca Budi (remoción de arena).....	110
<b>9.- DIFUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>111</b>
<b>10.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>112</b>
<b>11.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>114</b>
<b>12.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>117</b>
<b>13.- ANEXOS.....</b>	<b>129</b>

## Indice de figuras

Figura 1: Representación gráfica de una cuenca abierta o exorreica. ....	12
Figura 2: (A) Localización geográfica del Lago Budi en la zona costera de la IX Región. (B) Fotografía de la barra de arena de la desembocadura. ....	20
Figura 3: Batimetría del lago Budi. ....	22
Figura 4: Vegetación comunitaria total en la ribera del Lago Budi.....	24
Figura 5: A. Cuenca hidrográfica del lago Budi y usos de suelo que se dan en la zona. B: Porcentaje de ocupación de los diferentes usos de suelo que existen en la cuenca del río Budi. ....	26
Figura 6: Tendencia de cambio en la superficie de distintos usos de suelo de la cuenca. ....	27
Figura 7: Imágenes satelitales de la cuenca del lago Budi. ....	29
Figura 8: Porcentaje del área total de la cuenca que es ocupada por las diferentes clases en los años analizados. ....	30
Figura 9: Estaciones de muestreo LME-U. Chile.....	41
Figura 10: Eventos hidrológicos durante el período de muestreo mayo-diciembre 2009. ....	42
Figura 11: Proceso de apertura de la barra de arena en Septiembre 2009.....	43
Figura 12: Perfiles de conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). ....	45
Figura 13: Perfiles de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). ....	46
Figura 14: Perfiles de oxígeno disuelto ( $\text{mg l}^{-1}$ ). ....	47
Figura 15: Perfiles de pH. ....	48
Figura 16: Perfiles de potencial de óxido-reducción (mV) . ....	49
Figura 17: Distribución temporal y espacial de la concentración total de fósforo y de nitrato en las aguas superficiales del lago Budi. ....	52
Figura 18: Distribución temporal y espacial del cloruro y del ión sodio en las aguas superficiales del lago Budi.....	53
Figura 19: Distribución temporal y espacial del bicarbonato y del sulfato en las aguas superficiales del lago Budi.....	54
Figura 20: Abundancias relativas de <i>Acartia tonsa</i> y <i>Brachionus plicatilis</i> . ....	60
Figura 21: Distribución poblacional urbano-rural para las comunas de Saavedra, Teodoro Schmidt y Carahue (INE 2002). ....	63
Figura 22: Distribución etaria de las comunas de la cuenca del lago Budi (INE 2002). ....	63
Figura 23: Población perteneciente a la etnia mapuche (INE 2002).....	64
Figura 24: Distribución del nivel educacional comunas cuenca lago Budi (INE 2002). ....	65
Figura 25: Distribución de los niveles de pobreza en la cuenca del lago Budi.....	66
Figura 26: Población por actividad económica, comuna Carahue (INE 2002). ....	72
Figura 27: Categorías por actividad económica comuna Teodoro Schmidt (INE 2002).....	73
Figura 28: Categorías por actividad económica comuna Saavedra (INE 2002).....	73
Figura 29: Distribución comunidades indígenas ADI-Budi. ....	77
Figura 30: Usuarios de los derechos de agua en la cuenca del lago Budi. ....	82
Figura 31: Mapa de derechos de agua en la cuenca del lago Budi. ....	83
Figura 33: Sesión de modelación participativa. ....	89
Figura 34: Modelo DPSIR para el análisis de la cuenca del lago Budi. ....	97
Figura 35: Modelo DPSIR en base al manejo de la barra. ....	99
Figura 36: Distribución temática de bibliografía disponible según tipo de fuente. ....	113
Figura 37: Propuesta de puntos de monitoreo. ....	115

## Indice de tablas

Tabla 1: Estimación del área inundable. ....	18
Tabla 2: Parámetros morfológicos del lago Budi. ....	21
Tabla 3: Número de especies presentes en la cuenca del Lago Budi.....	25
Tabla 4: Estados de conservación de fauna íctica del lago Budi. ....	33
Tabla 5: Estados de conservación de avifauna del lago Budi. ....	34
Tabla 6: Clasificación del estado trófico del lago. ....	39
Tabla 7: Análisis de varianza de dos vías para nutrientes e iones muestreados en el lago Budi.....	51
Tabla 8: Valores límites propuestos por la OCDE para clasificación trófica.....	55
Tabla 9: Tolerancia de grupos funcionales del fitoplancton . ....	57
Tabla 10: Población comunas cuenca lago Budi (INE 2002).....	62
Tabla 11: Número de familias por comuna sin acceso a servicios básicos. ....	68
Tabla 12: Clasificación de actores locales, cuenca lago Budi. ....	75
Tabla 13: Coliformes totales y fecales en el lago Budi. ....	80
Tabla 14: Servicios ecosistémicos de la cuenca del lago Budi. ....	87
Tabla 15: Asistentes Taller de Modelación Participativa. ....	90
Tabla 16: Servicios ecosistémicos de la cuenca identificados por los actores de Gobierno.....	91
Tabla 17: Problemas ambientales identificados para la cuenca del lago Budi. ....	93
Tabla 18: Objetivos y acciones ambientales para el Lago Budi de acuerdo a la literatura y la modelación participativa de actores sociales clave. ....	95
Tabla 19: Objetivos ambientales priorizados. ....	100
Tabla 20: Montos estimados materiales educativos y de difusión. ....	101
Tabla 21: Montos estimados para catastro de fuentes puntuales y difusas. ....	103
Tabla 22: Montos estimados para inversiones en tratamiento de aguas servidas.....	104
Tabla 23: Costos de Operación para Distintas Alternativas de Tratamiento ....	105
Tabla 24: Montos estimados para implementación NSCA.....	105
Tabla 25: Montos estimados para reforestación de riberas y zonas degradadas. ....	109
Tabla 26: Costos asociados a la apertura de la barra de arena del lago Budi.....	110
Tabla 27: Número de fuentes bibliográficas identificadas y revisadas. ....	112
Tabla 28: Análisis temático de bibliografía disponible.....	113

## 1.- Resumen

Este documento corresponde al informe final de la acción de apoyo “Análisis del impacto económico y social y objetivos de calidad ambiental del Lago Budi”, desarrollada por el Laboratorio de Modelación Ecológica del Departamento de Ciencias Ecológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile (Resolución DGA N° 2771, de 27 de Octubre de 2008). El informe contiene las revisiones bibliográficas detalladas de los textos disponibles, en temáticas relevantes para el desarrollo del proyecto. La revisión bibliográfica describe el 85,7% de la lista proporcionada por la contraparte. A esta se le añadió otras encontradas durante el desarrollo del proyecto. Dicha revisión permitió detectar vacíos de información, así como también la parcialización de la información existente. La información se encuentra disgregada, por lo que formó parte de este proyecto generar una base de datos con la información disponible y accesible en variados centros de investigación y organismos del Estado. El análisis global de la información existente sobre el lago Budi muestra que los temas dominantes son aquellos referidos a las etnias (55% de los documentos técnicos) y estudios relacionados a la flora y fauna (36%, de artículos científicos). Las especies biológicas mayormente descritas y caracterizadas poseen algún uso económico o cultural (peces y plantas) por los grupos sociales que viven en la cuenca y aquellas de importancia para la conservación (e.g. cisnes de cuello negro). Sin embargo, no existe un listado detallado ni una descripción de la estructura ecosistémica del lago y su cuenca. La mayor parte de la literatura analizada sobre el lago Budi lo caracteriza como un área con una fuerte intervención antrópica, donde se ha perdido un gran porcentaje de la cubierta vegetal con observables consecuencias negativas sobre el lago y su cuenca (e.g. eutrofización) y sobre los grupos sociales que subsisten de los servicios ecosistémicos que el lago les brinda. Todos factores que llevan a constituir al área en una de las más deprimidas de la región de la Araucanía.

Para complementar la información existente respecto al uso del suelo se llevó a cabo un análisis de imágenes satelitales de los años 1972, 1987, 2000 y 2007, con el propósito de identificar los cambios históricos en el uso de suelo en la cuenca del lago Budi y sus tendencias actuales. Para esto se utilizaron imágenes LANDSAT de libre acceso descargadas del sitio U.S. Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov/>). Los resultados muestran que desde el año 1973 la actividad agrícola es la dominante en la cuenca, ocupando entre 60-80% de su superficie. Sin

embargo, existe una tendencia a disminuir en los últimos 2 periodos analizados. El bosque nativo tiene un comportamiento inverso a las zonas agrícolas ya que en los últimos 2 periodos se observa un leve aumento. Las clases lago y humedales presentan una fluctuación de alrededor de un 3%, sin una tendencia definida. No así las zonas de plantaciones de pino, las cuales presentan un aumento progresivo.

En este informe final se presentan los resultados de las campañas de muestreo limnológico (físico-químico) que contribuyen a determinar y caracterizar el estado actual del agua del lago, respecto a su nivel de trofia. Estos muestran que el lago se encuentra en un estado eutrófico, cuyos parámetros varían levemente dependiendo de la estación del año. También ha sido posible identificar que la calidad del agua del lago no depende totalmente de la apertura y cierre de la barra de arena que lo separa del océano costero.

Aún cuando el muestreo de componentes bióticos del lago no estaba contemplado en este proyecto, el grupo de trabajo consideró importante identificar algunas especies biológicas que podrían contribuir a determinar su estado trófico. Esto se hizo a través del desarrollo de una tesis de pregrado (Catalán, 2010), cuyo objetivo fue identificar el fitoplancton del lago y determinar especies indicadoras o asociadas a la trofia de los ecosistemas lacustres.

Se presentan también los resultados respecto a los objetivos ambientales para el lago y la cuenca en la cual está inserto, identificados en la literatura y verificados a través de un taller de modelación participativa realizado con actores de Gobierno de la IX Región. Se presenta pues, como uno de los resultados de este proyecto, el listado de dichos objetivos ambientales clasificados en distintos ámbitos (ecológico, económico y social) y las acciones específicas para el logro de estos a largo, mediano y corto plazo. Además, se proponen puntos de muestreos dentro de la cuenca del río Budi para fiscalizar y monitorear la entrada de nutrientes (e.g. nitrógeno y fósforo) al lago puesto que estos elementos estarían determinando su estado trófico actual.

## 2.- Introducción

Este proyecto se enmarcó dentro de las funciones de la Dirección General de Aguas, cuyo fin es medir e investigar los recursos hídricos, bajo las siguientes directrices: 1) el Código de Aguas, Ley DFL 1.122 y 2) la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300), que le asignan a los servicios públicos con competencia en recursos naturales renovables la responsabilidad de generar planes de aprovechamiento de los mismos. De acuerdo con los antecedentes recopilados de las direcciones regionales de la Araucanía, tanto de la DGA como de CONAMA, el lago Budi aparece como prioritario respecto de la aplicación de estudios sistémicos que eviten o palleen su evidente deterioro ambiental, así como la desaparición de los servicios ecosistémicos utilizados por las sociedades humanas insertas en la cuenca. Sin embargo, no hay una propuesta clara respecto de los objetivos ambientales que se espera que dicho cuerpo de agua alcance. De esta forma, con el objeto de desarrollar un Plan de Gestión de la Cuenca del Budi, el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la DGA y el Laboratorio de Modelación Ecológica del Departamento de Ciencias Ecológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile (LME) buscaron definir, a través de este proyecto, alternativas de objetivos ambientales para el lago Budi, su río homónimo y su cuenca.

El proyecto se basó para su desarrollo en una aproximación de cuenca hidrográfica, la cual aparece como la más apropiada basado en: a) la teoría de la planificación moderna de cuencas hidrográficas originada en Estados Unidos, que basa toda la planificación de los recursos naturales en esta unidad espacial (Salomons et al. 1999), b) una visión de manejo ecosistémico, la cual considera a esta como unidad mínima de estudio (Marín & Delgado 2005), y c) una adecuación a los conceptos fundamentales de la Estrategia de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas promovida en Programas de Gobierno (CONAMA 2008; LME-DGA 2008).

Este informe contiene un análisis exhaustivo de la bibliografía existente y disponible respecto del lago Budi y su cuenca. Los resultados de la revisión de la bibliografía y del análisis cruzado de la información, muestran que existen temas dominantes de estudios respecto al ecosistema del lago Budi, estos estudios están relacionados con la flora y la fauna, siguiendo en

menor importancia los que se refieren al suelo y a la vegetación. Es evidente de este análisis que los temas menos recurrentes son la hidrodinámica, ecología trófica y los aspectos legales. Por lo que se sugiere realizar más estudios sobre estos para la aplicación de un manejo integrado de la cuenca del lago Budi.

En este trabajo se presenta una caracterización ecológica, biológica y físico-química del ecosistema en estudio. Para los componentes donde existían vacíos de información o se requería calibrar la información existente, se desarrollaron actividades, que no estaban comprometidas, como el análisis histórico de imágenes satelitales para determinar la tendencia actual del uso del suelo, así como el desarrollo de un seminario de título en el tema de fitoplancton, a fin de determinar especies biológicas que pudieran servir como bioindicadores de los niveles tróficos del Lago y un estudio del zooplancton. Los resultados de la caracterización de la trofia del lago muestran que éste se encuentra en un estado eutrófico, lo cual sugiere un gran deterioro ambiental y mal manejo de la cuenca. Este estado -al parecer- oscila bajo ciertas condiciones a mesotrófico, manteniéndose durante todo el año una mala calidad de las aguas, por lo que se recomienda realizar acciones inmediatas para evitar: la desaparición de servicios ecosistémicos esenciales que brinda el lago; la extinción de especies biológicas sensibles; y el cambio de estado del lago al conocido con el nombre de aguas turbias (Marín et al., 2009). Este corresponde a un estado caracterizado por la presencia de sólidos en suspensión con dominancia de especies del fitoplancton, lo que produce un color de las aguas asociado a condiciones de turbidez.

Se propone una lista de objetivos ambientales para recuperar y/o restaurar la calidad de las aguas del lago Budi. Para ello, primero se realizó una lista de estos, a través de los análisis de la información existente, la que se corroboró a través de un taller de participación con los organismos gubernamentales relacionados a la conservación y uso del Lago en la ciudad de Temuco. Como resultado de estos dos procesos se realizó una lista que fue validada por la contraparte técnica gubernamental, de acuerdo a los objetivos del proyecto desarrollado, y considerando contribuir al desarrollo de la aplicación de Normas de Calidad y Emisión (D.S. N° 93/95 MINSEGRES) de la Ley 19.300.

La lista final de los objetivos ambientales se definió según los diferentes ámbitos (ecológico, económico y social), identificándose acciones específicas para cada uno de ellos y su desarrollo en el tiempo (largo, mediano y corto plazo). Para ello se tuvo en cuenta no sólo acciones específicas en el lago, sino también en la cuenca del Budi en el cual está inserto. Además, se realizó una evaluación y/o análisis de los impactos económicos, ecológicos y sociales de la realización de acciones específicas en el lago. Estas acciones fueron seleccionadas de acuerdo a su temporalidad y factibilidad de aplicación.

Como uno de los resultados de este proyecto se recomiendan puntos de muestreo para monitorear la calidad química de las aguas del lago Budi así como en la cuenca, ya que la dinámica anual del lago no estaría explicada en su totalidad por la apertura y cierre de la barra que conecta el lago, y el río Budi al mar, y además porque la actual dinámica eco-social del lago depende en gran medida de procesos antropogénicos que ocurren en la cuenca.

### **3.- La cuenca como objeto de estudio**

En este proyecto consideramos como unidad de estudio a la cuenca hidrográfica, de aquí en adelante cuenca, (Fig. 1) en la cual se encuentra el lago Budi, puesto que se le considera como el territorio más apropiado para desarrollar procesos de manejo, aprovechamiento, planeación y administración del agua y, en su sentido más amplio y general, como el territorio más idóneo para llevar a cabo la gestión integral de los recursos hídricos (CEPAL, 2001). La cuenca, además de ser un territorio donde ocurre el ciclo hidrológico (Fig. 1), es un espacio geográfico donde los grupos y comunidades humanas comparten identidades, tradiciones y cultura, y donde socializan y trabajan los seres humanos en función de la disponibilidad de recursos renovables y no renovables. En la cuenca la naturaleza obliga a reconocer necesidades humanas, problemas, situaciones y riesgos hídricos comunes, por lo que debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas también comunes, respecto a su conservación y uso.

El Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas es el proceso por el cual se coordinan actividades de conservación, manejo y uso del agua, suelos y recursos relacionados, entre

diferentes sectores de una cuenca hidrográfica, con el objetivo de maximizar los beneficios sociales y económicos derivados de los recursos hídricos de una forma equitativa, al mismo tiempo que se preservan y restauran ecosistemas de agua dulce<sup>1</sup>. En la práctica, esto significa reconocer que las cuencas constituyen la base para el uso sustentable por parte del hombre de los cursos de agua, así como la flora y la fauna asociados a éste; reconociendo que el manejo de estos sistemas debe tener en consideración todos los intereses relacionados con el recurso hídrico (Van Hofwegen & Jaspers, 2000).

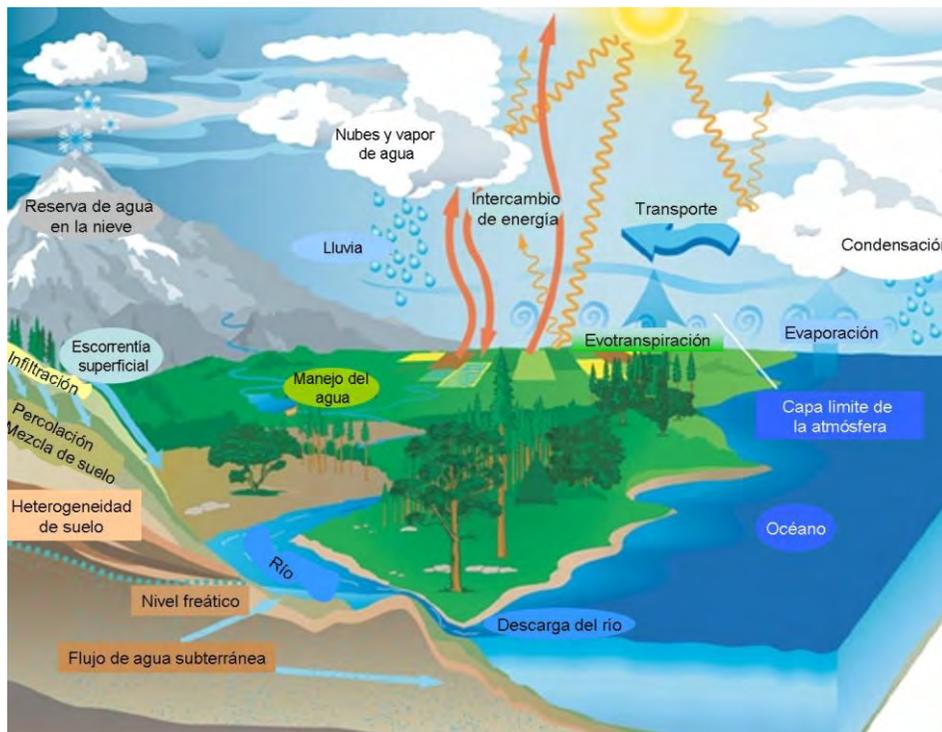


Figura 1: Representación gráfica de una cuenca abierta o exorreica y como el agua fluye entre los distintos componentes de la cuenca, lo que evidencia la importancia de conservar la calidad de los diferentes reservorios de agua para mantener los servicios que entrega en las diferentes etapas del ciclo hidrológico.

El Manejo Integrado de Cuencas se basa en el principio de que los ecosistemas de cuenca que funcionan de manera natural, incluyendo los humedales circundantes y los sistemas de aguas subterráneas, son la fuente de agua dulce. Por ello, el manejo de las cuencas hidrográficas debe

<sup>1</sup> <http://www.forum.org>

buscar mantener el funcionamiento de los ecosistemas como principal objetivo. Este enfoque ecosistémico es un principio central de la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD, 1998).

La literatura indica que los siete elementos claves para un exitoso manejo integrado de cuencas hidrográficas son:

- Mantener una visión de largo plazo para la cuenca, consensuada entre todos los actores que utilizan los servicios ecosistémicos.
- Integrar las políticas, decisiones y costos en los intereses sectoriales como el de industrias, agricultura, desarrollo urbano, transporte, manejo pesquero, conservación, incluso en las estrategias de reducción de la pobreza.
- Tomar decisiones estratégicas a escala de cuencas hidrográficas, que guíen acciones a escala de sub- cuencas y que sean adaptativas.
- Intervenir en tiempo oportuno, aprovechando las oportunidades que se presentan mientras se trabaja con un marco político estratégico.
- Lograr una participación activa de todos los actores relevantes en un proceso de planificación y toma de decisiones, que estas sean bien informadas y transparentes.
- Desarrollar una inversión adecuada por parte de los gobiernos, el sector privado y organizaciones de la sociedad civil en capacidades para los procesos de planeamiento y participación.
- Generar una base sólida de conocimiento de la cuenca hídrica y de las fuerzas socio-económicas que la influyen.

Esta aproximación hace imposible enfocarse solamente en las características ecológicas, económicas y sociales del lago Budi, sino más bien en la cuenca en la cual este está inserto, pues estas son dinámicas tanto espaciales como temporales y cualquier intervención de manejo, por más pequeña que esta sea, en cualquiera de sus afluentes, laderas, zonas riparianas, etc., tendrá implicancias en todo el ecosistema. De hecho, parte de los problemas ambientales y del uso del territorio de las cuencas se debe a la carencia de un escenario compartido o visión de futuro que los diferentes actores poseen de esta y a la escasa coordinación en la toma de decisiones y articulación de sus acciones.

## 4.- Caracterización del lago Budi y de su cuenca

### 4.1.- Caracterización física

La cuenca hidrográfica del lago Budi (38°42'-39°01' S; 73°04'-73°26' W), (Fig. 7A), ubicada en la Región de la Araucanía, es una cuenca costera que esporádicamente se conecta con el mar a través del río Budi. En la desembocadura al mar se forma una barra de arena, la que se genera por depositación progresiva de sedimentos arrastrados por el estuario y por el constante oleaje costero (Stuardo 1989; Rodríguez 2005).

El lago Budi corresponde, según la clasificación realizada por el Centro de Ecología Aplicada (CEA, 2006), al ecotipo humedal costero, clase: intrusión salina, tipo: cubeta. La descripción del tipo de estructura se encuentra en el Anexo 1. Se describe para esta tipología, como componente sensible, a la vegetación terrestre hidrófila- plantas acuáticas dulceacuícolas. El lago Budi, llamado por algunos autores laguna, mide aproximadamente 15 km de largo y 8 Km de ancho, y se divide en dos sectores, el canal (río Budi) y la laguna propiamente tal (lago Budi). El canal es de curso parcialmente meándrico<sup>2</sup> y posee una profundidad media entre 2,0 m y 2,5 m, con sectores de pozones más someros. Estos pozones son importantes porque contienen aguas (mixo) polihalinas (aguas con alta influencia marina). La hoya del lago presenta profundidades máximas de 7,8 metros (Stuardo et al. 1989).

La cuenca tiene un área de 497 km<sup>2</sup> (González 2000; Tapia et al. 2006) y se encuentra conformada por diversas subcuencas, destacándose la de los esteros Comué, Bolleco, Maiteco, Allipén, Matalhue y Budi Chico, que junto a otros confluyen al lago y son drenados a través del río Budi, de 7 km de longitud, que a su vez desagua al lago (Jaque 2004). En el sector norte de la cuenca se ubican los esteros que aportan mayor cantidad de agua como es el caso de Reñaco, Oñoico y Cayunanque, quienes desaguan en el Curileufú, y éste a su vez al lago. En la parte septentrional se ubican el estero Llifaco, Millantúe y Butaco. En el oeste, los esteros Budi chico,

---

<sup>2</sup> Los sistemas de ríos meándricos tienden a ser confinados a un canal principal que presenta una sinuosidad mayor a 1.5.

Carillón, Piedra alta, Curileufú y Puaucho (ver Sección 4.1.2). La parte sur recibe las aguas de los esteros Malalhue y Allipén (Jaque 2004).

La cuenca está delimitada en el norte por el extremo sur de la Cordillera de la Costa y en la parte sur por el cordón montañoso Catripulli. La distribución hidrográfica de la cuenca está relacionada con las formas topográficas que componen esta zona. La zona Este está cruzada por la cordillera de la costa, donde las mayores alturas no sobrepasan los 400 msnm. Hacia la zona Oeste dominan plataformas o terrazas marinas donde se encuentra el lago Budi.

En esta región predomina el clima templado oceánico o lluvioso que caracteriza a la zona sur del país. Las mayores precipitaciones se producen en los sectores altos de la Cordillera de la Costa. En la cuenca del lago Budi específicamente, predomina el clima templado oceánico de costa occidental, caracterizado por la abundante humedad relativa y precipitaciones que fluctúan entre 1.500 y 3.000 mm anuales. Las precipitaciones aumentan con la altura por efecto del relieve costero y hacia el sur el periodo seco desaparece. Debido a la influencia oceánica, los contrastes térmicos son muy atenuados y la temperatura media anual es de 11,4°C (estación Puerto Domínguez, ubicado en la franja costera central, en la ribera del lago Budi) (Sánchez & Morales 2004).

La información sobre los afluentes de agua dulce al Lago Budi, muestra que el caudal medio diario puede fluctuar entre valores menores a  $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  hasta  $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (Sandoval, 2009). Según Rodríguez (2005), los esteros que aportan los mayores caudales se ubican al norte de la cuenca (Reñaco, Oñoico y Cuyunanque).

#### 4.1.1.- Caracterización del suelo de la cuenca

Esta cuenca, de origen tectónico, tiene suelos bajos de origen fluvio-marino y suelos altos conformados por rocas metamórficas (i.e. pizarras, esquistos) además de depósitos arcillosos estratificados (Peña-Cortés et al. 2006a). Presenta dos unidades geomorfológicas predominantes: una plataforma de erosión, (27.262 ha; 56,3%) y un cordón montañoso (12.076 ha; 24,5%) con manifiestos procesos de erosión hídrica. También hay llanuras aluviales (3.666 ha, 7,6%) sobre las

que se concentra la mayor superficie de humedales (Peña-Cortés et al. 2006a). Estos suelos se encuentran en la zona agroclimática “Faja litoral río Maule- río Toltén” formado por terrazas marinas de textura liviana y media que se han catalogado como clase VI y VII de secano, las cuales se caracterizan por presentar una alta susceptibilidad a la erosión, siendo por tanto aptos para actividad ganadera, forestal, pero no para el arado (Gutiérrez 2004). Los suelos presentes en la cuenca del lago Budi son ácidos (pH 5) lo que disminuyen la disponibilidad de fósforo para las plantas, limitando su capacidad productiva. Las series de suelo que se encuentran en la cuenca corresponden a (CIREN-CORFO 1989 en Gutiérrez 2004):

- Serie Puerto Saavedra: Constituye terrazas marinas, planos remanentes y deposicionales. Suelos de textura franca. Tiene aptitud para cultivar cereales y pastos naturales.
- Serie Nahuelbuta: Emplazada en los cordones montañosos. Suelo de textura arcillo-arenosa en superficie y luego franco-arcillosa. Tiene aptitud para pastos naturales y bosque.
- Serie Dunas: Ocupa una topografía casi plana. Corresponde a arenas de textura moderadamente gruesa. Su aptitud forestal bajo condiciones de secano y capacidad de uso IV.
- Serie Nahuelbuta- Puerto Saavedra: Se encuentra en sectores del cordón montañoso, en el nacimiento del estero Temo. Tiene textura franca. Su aptitud es pastos naturales, y capacidad de uso VI.
- Serie Araucano: Suelos de posición intermedia, deposicionales. Su textura es franco-arcillosa. Su aptitud es para cultivo de cereales y pastos naturales, con rotación. Su capacidad de uso es II, III, VII y en la zona norte de la cuenca IV.
- Suelos recientes: Suelos asociados a cursos de agua y terrazas aluviales. Tiene limitaciones de humedad y otras provocadas por el drenaje o inundación. Coincide con la zona de humedales y vegas.
- Serie W: Presencia Limitaciones por humedad, susceptibles a inundación frecuente.

La zona montañosa de este sector estuvo dentro de las áreas auríferas más importantes de la costa de la Araucanía, la cual se extendía al sureste del lago Budi, siendo los ríos más importantes

el Chile, que desemboca en el mar, el Huilio tributario del Toltén y el Bolleco y Allipén afluentes del lago Budi<sup>3</sup>.

#### 4.1.2.- Hidrodinámica del lago

El lago Budi es un lago costero, con presencia de agua salada en sus niveles más profundos (> 6 m; Rodríguez 2005; Sandoval 2009). Este se comunica con el océano a través de un canal, río Budi, de 12 km de largo y 300 m promedio de ancho (Fig. 2A). Algunos factores que afectan la hidrodinámica son: mezcla por viento, surgencia, propagación de ondas internas y efecto Coriolis y mezcla por efecto de mareas (Rodríguez 2005). Rodríguez (2005) y Sandoval (2009) han mostrado que el Lago Budi se estratifica especialmente cuando se abre la barra de arena presente en la desembocadura (Fig. 2B). Esta estratificación proviene de una intrusión salina de aproximadamente 12 km de largo que ingresa a través del río Budi. Ambos autores han asociado la presencia de dicha intrusión con la generación de condiciones anóxicas en los niveles más profundos del lago. Sin embargo, ambos enfatizan que existe una falta de datos respecto de los nutrientes, la mayoría de los cuales provendrían desde la cuenca, y del fitoplancton.

La conexión del Lago Budi con el mar es intermitente y ocurre sólo cuando la barra de arena es abierta artificialmente, en promedio una vez al año (Rodríguez, 2005; Sandoval, 2009). Debido al aumento de la carga de nutrientes en períodos de cierre de la barra, se pueden originar procesos como desnitrificación, lo cual afecta directamente la calidad del agua (Rodríguez 2005).

Del mismo modo, la formación de la barra de arena produce un aumento del nivel de las aguas durante los períodos de precipitaciones, afectando las zonas bajas a orillas del lago y con ello a la población humana que hace uso de estas áreas. Por tanto, según los resultados de ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP (2008), la apertura de la barra se presenta como una solución deseada y sentida por los vecinos y comunidades ribereñas al lago. La formación de la barra del lago trae consigo una baja notable en la calidad de vida de las personas debido a:

---

<sup>3</sup> <http://sigeo.sernageomin.cl/website/sigeo/Documentos/Productos/resumenes/BSN013336.pdf>

- Las inundaciones cerca de las viviendas, que producen episodios de evacuación al menos una vez al año.
- La inundación y anegamiento de predios agrícolas, lo cual se extiende durante parte del otoño, invierno y parte de la primavera dependiendo de las condiciones de pluviometría del año.
- La disminución y pérdida de algunas especies de peces en el lago, producto del cierre y falta de conexión entre el lago y el mar, con la consiguiente disminución de la rentabilidad de la actividad pesquera.

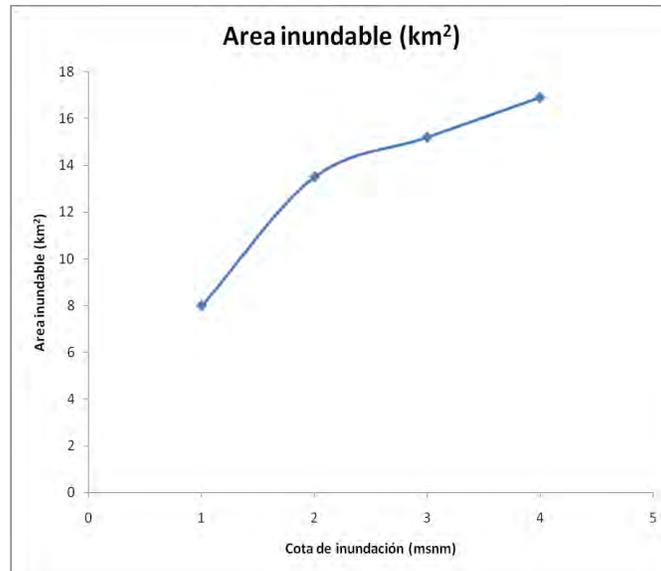
Cabe destacar que la apertura de la barra se hacía desde antes del maremoto de 1960; sin embargo, se realizaba por motivos culturales (ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP, 2008). Rodríguez (2005) señala que hace aproximadamente 10 años se realiza el dragado de la barra a solicitud de los pobladores a la Municipalidad de Puerto Saavedra (Fig. 2). No obstante, no existe un registro de la frecuencia de la apertura de la barra, sólo se sabe que se realiza a finales del período de lluvias.

Según señalan ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP (2008) la apertura de la barra se realiza toda vez que el nivel del lago alcanza una profundidad de 2,5 m y dado que el nivel promedio del lago en situación normal es de un mínimo de 0,9 m, se determinó que entre ambas cotas se produce un diferencial de 720 hectáreas que se inundan anualmente en la situación actual (Tabla 1 y figura anexa). En una estimación a 20 años, se mantiene constante el área inundada.

Tabla 1: Estimación del área inundable.

Cota mNML <sup>4</sup>	Area inundable		Diferencia
	km <sup>2</sup>	Has	Has
0,9	8	800	
2,0	13,5	1350	550
2,5	15,2	1520	720
3,0	16,9	1690	890

<sup>4</sup> mNML= metros sobre el nivel medio del mar (msnm).



El área inundada con una cota de 3 msnm es una estimación de lo que ocurriría si no se realiza la apertura de acuerdo a los registros históricos, es decir llega a un nivel superior al considerado máximo por la Dirección de Vialidad cuando acude a abrir la barra (ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP, 2008).

Respecto a las fluctuaciones de mareas, estimaciones realizadas por Rodríguez (2005) señalan una amplitud de marea de aproximadamente 1 m con un período de 12.42 hr., donde la extensión máxima de la intrusión salina supera los 12 km. Ello sugiere, lo cual se vió fortalecido por los resultados de este proyecto (ver sección 5.2 Análisis de variables físicas), que la acción de la intrusión salina se circunscribe principalmente al río Budi, sin alcanzar al lago.

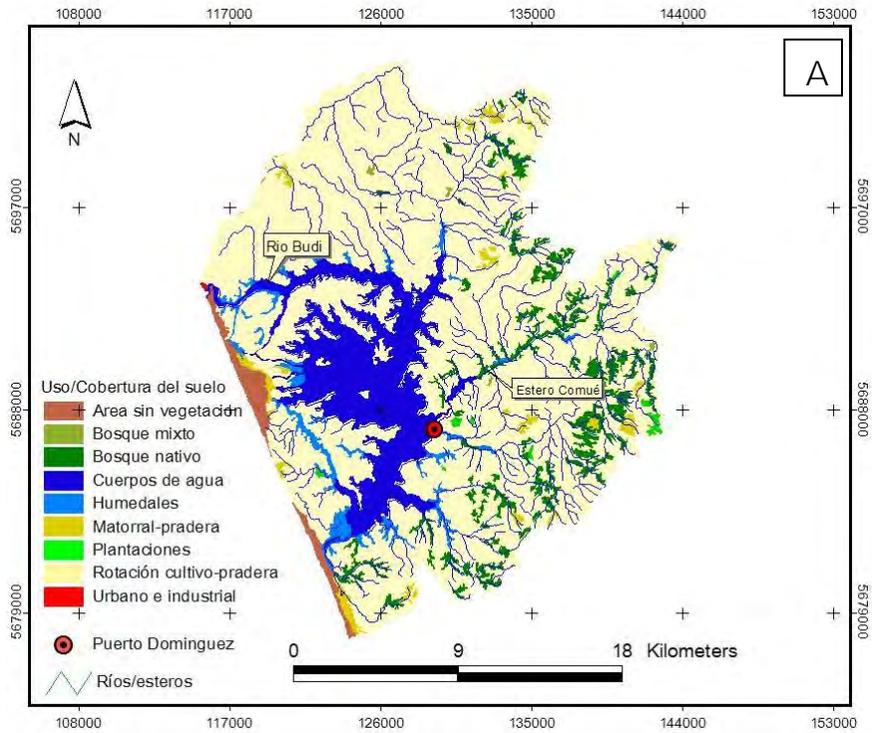


Figura 2: (A) Localización geográfica del Lago Budi en la zona costera de la IX Región. (B) Fotografía de la barra de arena de la desembocadura (Foto: Mónica Musalem).

#### 4.1.3.- Batimetría del lago Budi

La descripción de la batimetría del lago Budi, realizada por ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP (2008), muestra que la laguna costera forma un sistema interconectado con la cuenca del río Imperial al constituir un sistema costero de tipo isla-barrera condicionado por variables como: orientación rectilínea de la línea litoral, profundidades someras, abastecimiento sedimentario por deriva litoral, tipo de playa disipativa de alta energía y fuentes sedimentarias efectivas localizadas al sur del área. Estas condiciones generan que se forme a lo largo de unos 18 km de costa una barrera arenosa que confinan los cuerpos de agua que tienden a desembocar al mar, tal como sucede con la laguna el Budi (Fig. 2B).

Por su parte Rodríguez (2005) y Sandoval (2009) señalan que las mayores profundidades del lago se encuentran en 2 sitios: en la parte central y en la rama que se ubica más hacia el sur, con un valor aproximado de 7,8 m. La Figura 3 muestra la batimetría generada por Sandoval (2009). Los principales parámetros morfológicos del lago se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Parámetros morfológicos del lago Budi.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Longitud máxima	8.500	[m]
Ancho máximo	6.000	[m]
Área Superficial	50,3	[Km2]
Volumen	221	[Hm3]
Profundidad máxima	8	[m]
Profundidad media	4,4	[m]
Perímetro	124,7	[Km]
Profundidad media/ Profundidad máxima	0,55	

(Fuente: Rodríguez 2005)

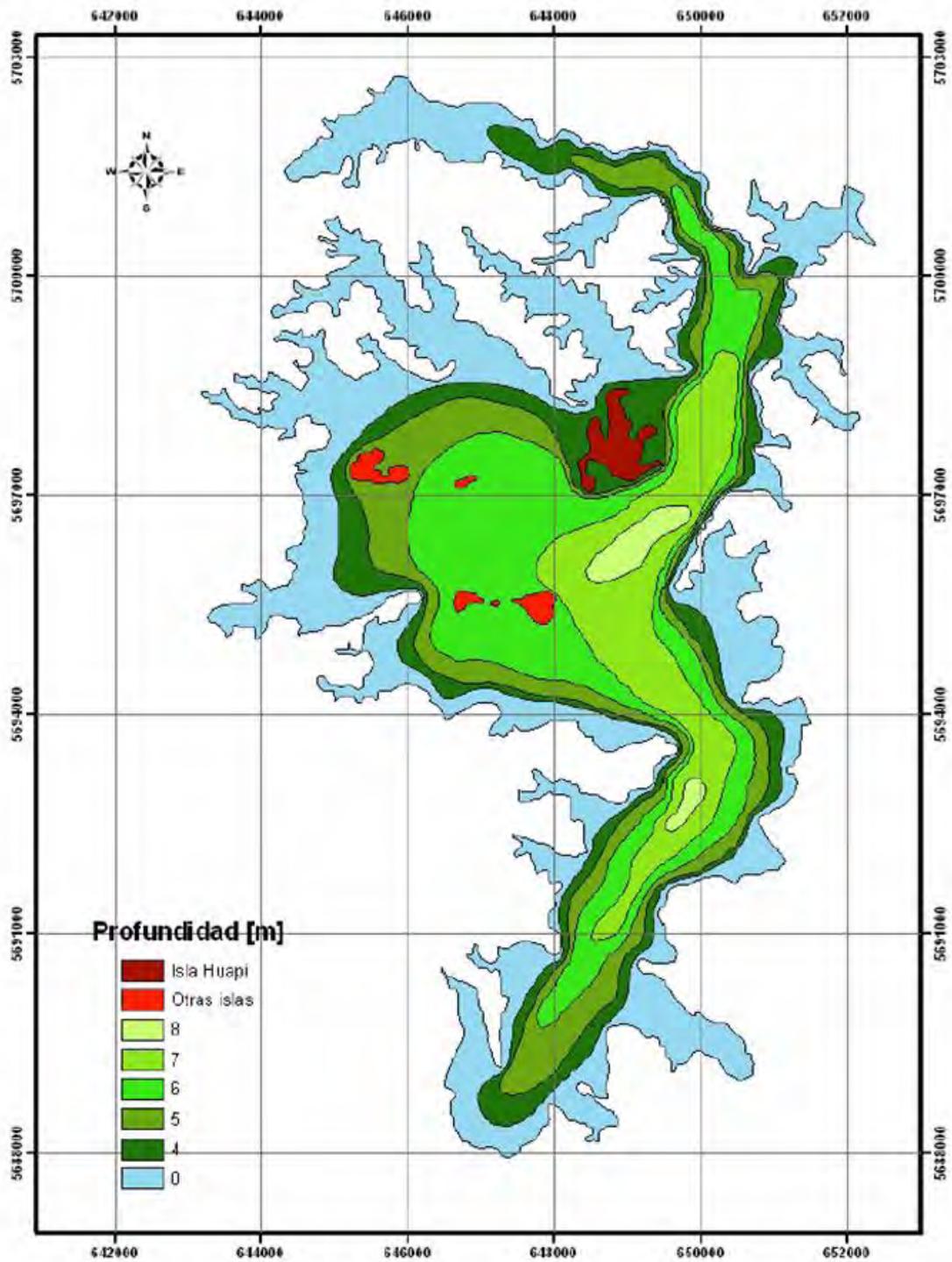


Figura 3: Batimetría del lago Budi. (Fuente: Sandoval, 2009).

## 4.2.- Caracterización ecológica

### 4.2.1.- Vegetación de la cuenca

En esta sección se describen los tipos vegetacionales terrestres, acuáticos y semiacuáticos correspondientes a la cuenca del lago y descritos en la literatura. En cuanto a bosques asociados a humedales, se encuentran en el área pequeños fragmentos de *hualves* llamados también “pitranos”, por lo general bordeando cursos de agua (Hauenstein et al. 2002). Hasta hace un par de décadas en esta zona dominaba el bosque pluvial valdiviano, cuyos árboles más destacados eran el coigüe, avellano, olivillo, laurel, además de quilas, calafates y pangues. (Peña-Cortes et al. 2006). Actualmente existen cerca de 10.000 ha de bosque nativo altamente fragmentado y restringido principalmente a las quebradas (Peña-Cortés et al. 2006a; Peña-Cortés et al. 2006b), representando cerca de un 10% de la superficie de bosque original en esa zona. En la literatura se han descrito 2 comunidades de bosque aún presentes: fragmentos de bosque de Olivillo (*Lapagerio-Aextoxiconetum*) y de Roble-Laurel-Lingue (*Nothofago-Perseetum*).

La vegetación de los humedales<sup>5</sup>, las que representan zonas de transición o ecotonos (denominadas zonas pantanosas), se describe como dos comunidades palustres características de estas zonas, que corresponden a: (1) totoral (*Scirpetum californiae*) (Figura 4),; juncal (*Juncetum procerii*) y (2) cortadera (*Cyperus eragrostis*), también es posible encontrar bosque pantanoso de temo y pitra (*Blepharocalyo-Myrceugenieta exsuccae*). El bosque de temo-pitra (Oberdorfer, 1960) es una asociación boscosa pantanosa, perennifolia, monoestratificada, de unos 18 m de altura. Se desarrolla preferentemente en tierras bajas, ocupando depresiones del terreno donde se acumula agua edáfica o en la ribera de cuerpos de agua. Anualmente pueden permanecer hasta 8 meses bajo agua. En las depresiones que colonizan se forman bolsones de frío. Estos fragmentos se encuentran degradados y en algunas zonas poseen características de renoval y especies nativas sucesionales, típicas de lugares intervenidos (González 2000; Jaque 2004). Paja Ratonera (*Anthoxanthum utriculatum*), se desarrolla en zonas bajas, incluso en condiciones salobres, vegetación herbácea de 1 m de alto (San Martín et al. 1992). También está descrita para esta zona

---

<sup>5</sup> Los humedales en la cuenca abarcan una superficie de 4.384.8 ha. Ver: Peña-Cortes (2006).

de transición otras especies como el botón de oro (*Ranunculus repens*), hierba perenne y estoloníferas, que crecen en zonas húmedas de prados.



Figura 4: Vegetación comunitada totoral en la ribera del Lago Budi (Foto: Rachel Gauci, Dic. 2009)

Sólo dos de estas especies, junquillo y cortadera son nativas de la región (Ramírez et al. 1979), el resto corresponden a malezas introducidas al país (San Martín *et al.* 1992). Lo anterior sugiere que a pesar de ser asociaciones vegetales espacialmente próximas, tienen pocas relaciones florísticas entre ellas y que han sido invadidas por malezas (San Martín *et al.* 1992).

Se reportan las siguientes asociaciones vegetales para los 6 esteros que conforman la cuenca del lago Budi: a) *Scirpetum californiae*, denominada pantano de totora; b) *Loto-Juncetum articae*, marisma de tipo pratense; c) *Juncetum procerii*, pradera húmeda; d) *Cotulo-Distichletum spicatae*, marisma con influencia marina; e) *Eleocharietum pachycarpae*, humedal de tipo palustre, f) *Caricetum ripariae* asociada a pantano de tipo cortadera azul, g) *Blepharocalyo-Myrceogenietum exsuccae*, bosque pantanoso o ribereño, h) *Loto-Cyperetum eragrostidae*, pantano de cortadera grande, i) *Typhetum domingae*, sitios anegados, con aguas salinas (Jaque 2004).

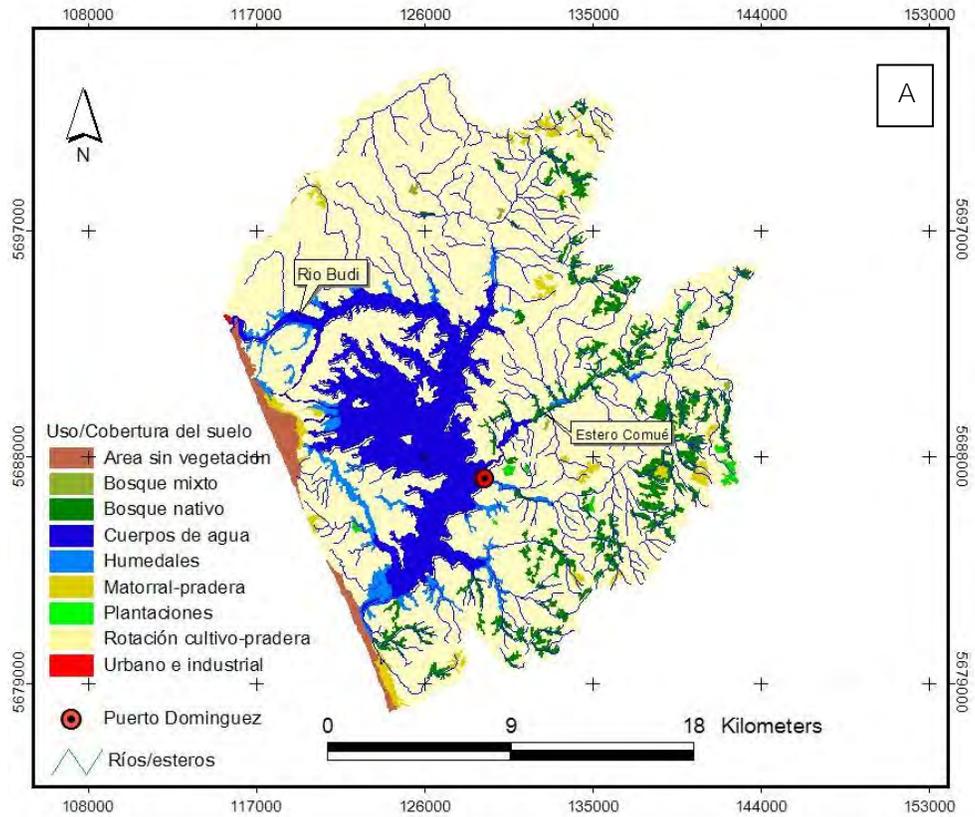
De acuerdo a la clasificación fitogeográfica de González (2003), dentro de las comunidades vegetales existen un total de 161 especies, donde, 112 corresponden a especies nativas (69,6%), 45 son especies introducidas (28,0 %) y 4 cosmopolitas (2,5%) (Tabla 3).

Tabla 3: Número de especies presentes en la cuenca del Lago Budi, clasificadas según su origen fitogeográfico y comunidad vegetal (extraído de González, 2000).

Origen fitogeográfico	Número de especies			
	Roble–Laurel-Lingue	Olivillo	Juncal	Totoral
Nativo	31	53	11	17
Introducido	5	10	19	11
Cosmopolita	1	1	2	1
Total	37	64	32	29

Respecto al uso de la vegetación por parte de la sociedad, Jaque (2004) indica que existen 50 especies a las que se le atribuye algún uso socio-cultural-medicinal; de ellas el 44,7% corresponde a uso medicinal (30 especies), 25,3% a uso artesanal (17 especies), 22,3% a uso alimenticio (15 especies) y por último, se tiene una valoración mitológica con un 7,4% (5 especies). Cabe destacar, que varias de estas especies tienen uso múltiple. Dentro de todas las especies a las que se le asigna algún uso, el 58,2% son nativas. Según la recopilación realizada en el año 2004 por Valdovinos *et al.* (2005) en el lago Budi existe una riqueza de especies que duplica la registrada para otros ecosistemas lénticos del sur de Chile, con un total de 107 especies dentro de las que dominan las dicotiledóneas.

La actual vegetación de la cuenca está constituida fundamentalmente por praderas alternadas con cultivos, las que ocupan un 86.7% (Figs. 5A y B). Esto representa una amenaza para el ecosistema acuático debido a la sobreexplotación del suelo. Ello tiene consecuencias como erosión de las laderas, acidificación del suelo y arrastre de materia orgánica hacia los cuerpos de agua, provocando una acumulación de sedimentos en las orillas del lago y cambios en la calidad del agua (González 2000; Peña-Cortés et al. 2006b).



B

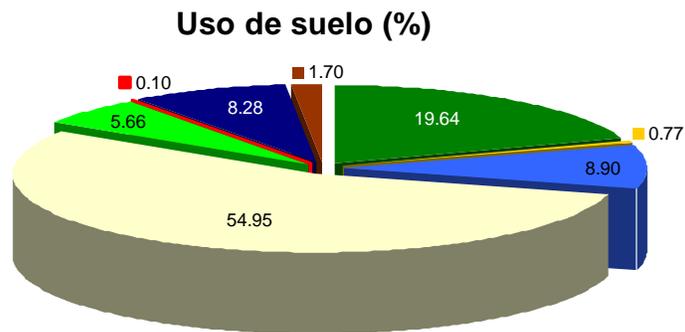


Figura 5: A. Cuenca hidrográfica del lago Budi y usos de suelo que se dan en la zona. B: Porcentaje de ocupación de los diferentes usos de suelo que existen en la cuenca del río Budi. Datos extraídos de Peña-Cortés et al. 2006b, para el año 2004

#### 4.2.2.- Análisis histórico de cambios en el uso del suelo por medio de imágenes satelitales

Una actividad económica importante que se realiza en la cuenca del lago Budi relacionada al uso del suelo, corresponde a las plantaciones forestales, la cual ha aumentado considerablemente desde los años '80 (Fig. 6). Sobre los cambios históricos en la superficie de bosque nativo, González (2000) analiza una carta vegetacional del año 1974, encontrando que ya en esa fecha la superficie de bosque reemplazada para actividad silvoagropecuaria era cercana al 80%. Peña *et al.* (2006), realizan un estudio de la dinámica del paisaje entre los años 1980 y 2004 donde analizan la variación de la superficie de los distintos usos de suelo presentes en la zona, este estudio se realizó en base a mapas categóricos elaborados mediante fotointerpretación de imágenes de vuelos de los años 1980, 1994 y 2004. Los resultados de este análisis se grafican en la Figura 6, donde se muestra la superficie en miles de hectáreas (M ha) que ocupa cada uso de suelo en los años mencionados. Es claramente visible en el gráfico la dominancia de la matriz agropecuaria en la cuenca, seguida por la matriz de bosque nativo, lo que podría verse en peligro por el aumento lineal de la matriz forestal y una disminución lineal del matorral. También es destacable la relación inversa entre la matriz agropecuaria y los humedales.

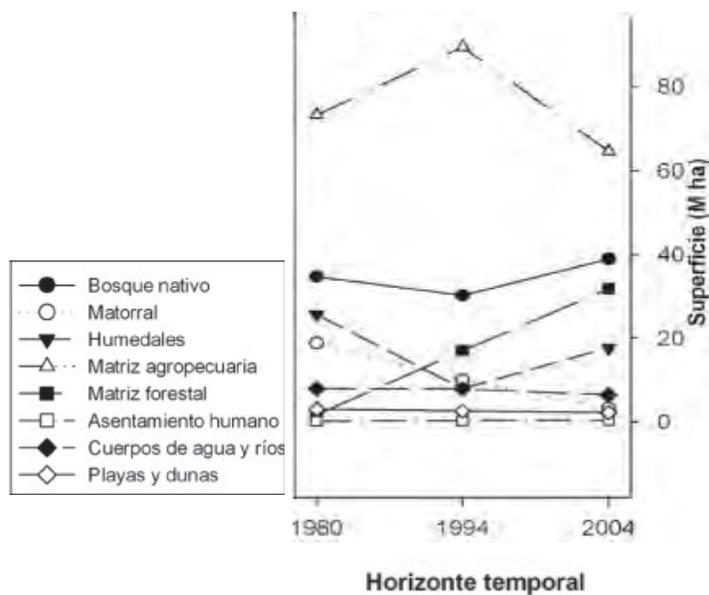


Figura 6: Tendencia de cambio en la superficie de distintos usos de suelo de la cuenca, en miles de hectáreas (M ha), entre los años 1980 y 2004. Extraído de Peña-Cortés et al. 2006b.

Con el propósito de detectar los cambios históricos en el uso del suelo en la cuenca del Lago Budi, se realizó un análisis de imágenes satelitales de los años 1972, 1987, 2000 y 2007 (Figura 7). Para esto se utilizaron imágenes LANDSAT de libre acceso, descargadas del sitio U.S. Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov/>). Las imágenes tienen una resolución de 30x30m.

Para generar las cartografías de uso de suelo en base a las imágenes satelitales, se procesaron las imágenes satelitales siguiendo 3 pasos:

- a. *Pre-procesamiento*: En el programa ERDAS 9.2, se realizó la corrección geométrica de cada imagen tomando como puntos de referencia los mapas de caminos y cuerpos de agua, provistas por la DGA y validados en terreno en el mes de abril de 2009. El error cuadrático medio tolerado fue de 0.5 píxeles. Posteriormente las imágenes fueron corregidas radiométricamente a fin de permitir un análisis comparativo entre ellas.
- b. *Procesamiento*: Se realizó una clasificación supervisada en base a datos de terreno y cartografía del catastro de bosque nativo de la región de la Araucanía (CONAF-CONAMA, 1998). Este procedimiento tiene como objetivo agrupar a todas las áreas de características semejantes en un mismo grupo (clase). Las clases definidas en este caso fueron: Lago, humedal, sin vegetación, bosque, nativo, plantaciones de pino y zonas agrícolas.
- c. *Postprocesamiento*: En esta etapa se vectorizó la información obtenida y se acondicionó para poder ser analizada en el SIG ArcView 3.3. A partir de estos mapas se calculó el área de cada clase definida. Los resultados obtenidos se indican en la Figura 7.

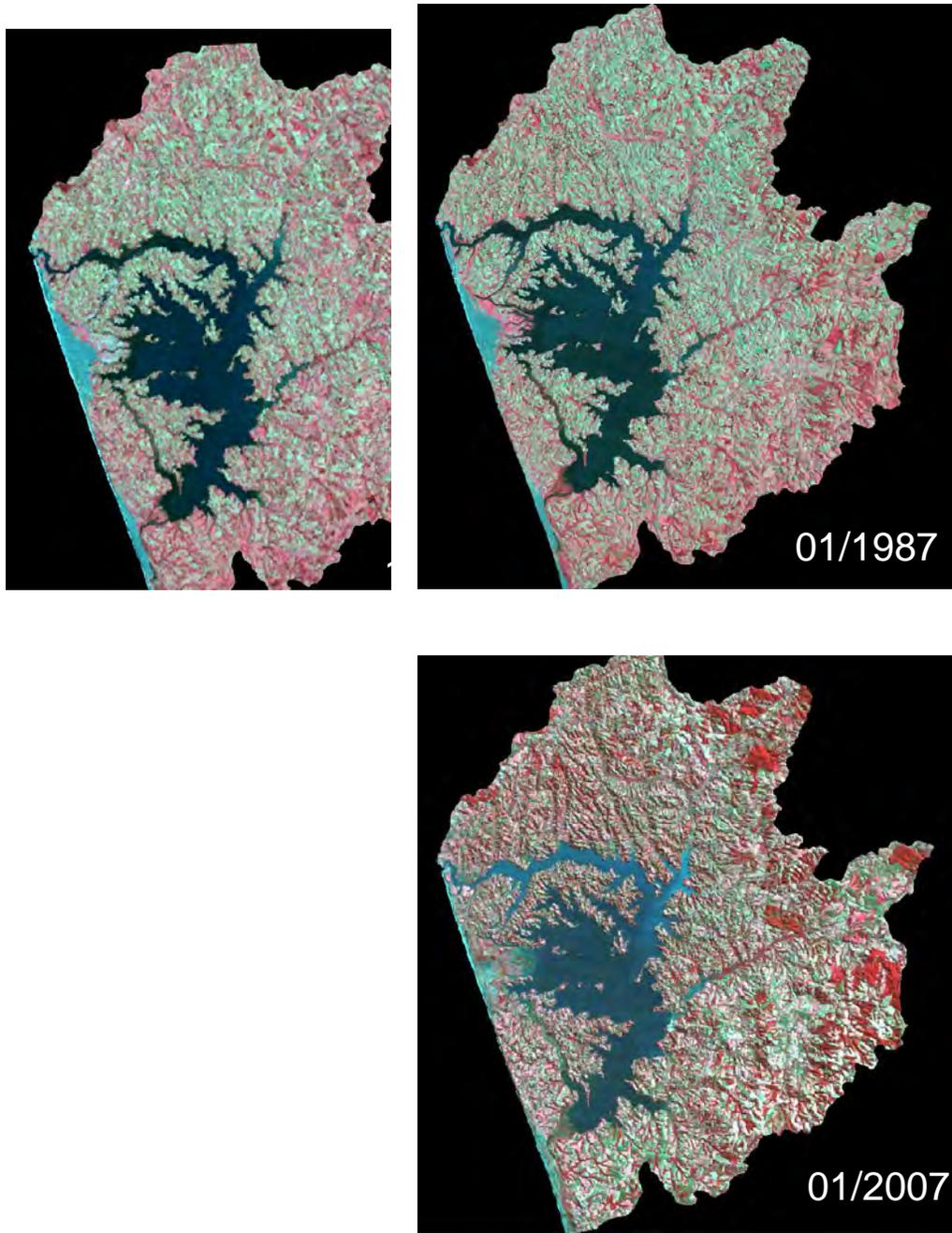


Figura 7: Imágenes satelitales de la cuenca del lago Budi, utilizadas para el análisis multi-temporal.

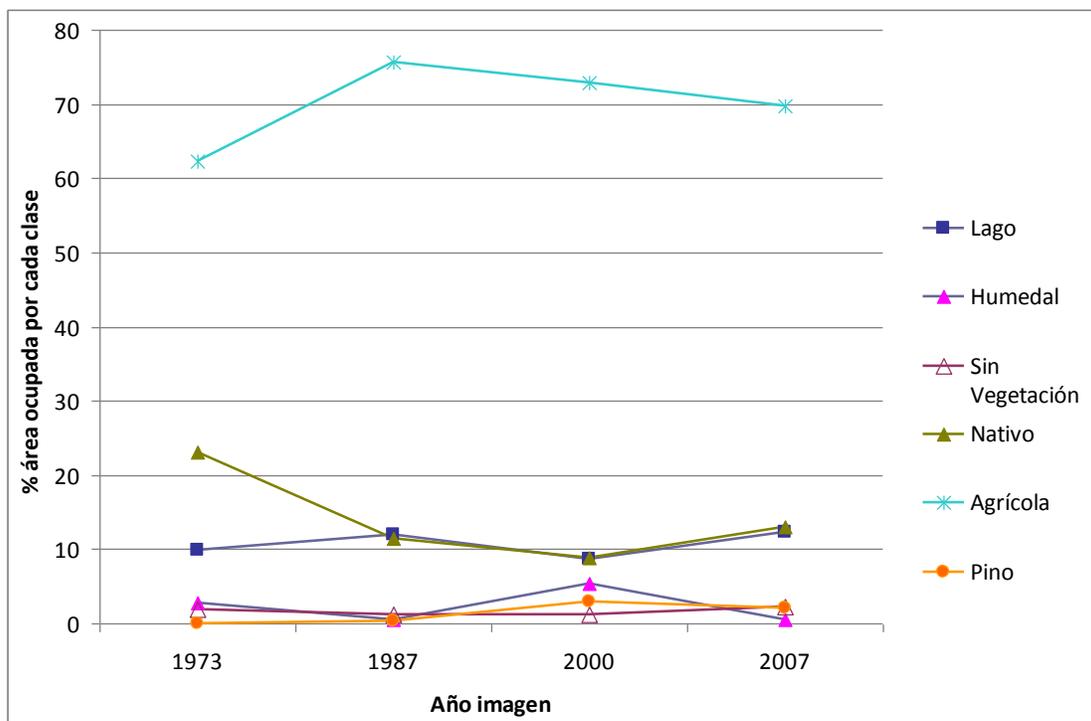


Figura 8: Porcentaje del área total de la cuenca que es ocupada por las diferentes clases en los años analizados.

En el gráfico (Fig. 8) se puede observar que ya desde el año 1973 la actividad agrícola es la dominante, ocupando entre 60-80% del área total de la cuenca. Sin embargo, existe una tendencia, aunque leve, a disminuir en los últimos 2 periodos analizados.

El bosque nativo tiene un comportamiento inverso a las zonas agrícolas ya que en los últimos 2 periodos se observa un leve aumento.

Las clases *lago* y *humedales* presentan una fluctuación de alrededor de un 3%, pero sin una tendencia definida. No así las zonas de plantaciones de pino, las cuales presentan un aumento progresivo.

#### 4.2.3.- Componentes bióticos del lago Budi

En esta sección se describen los componentes bióticos del lago Budi descritos en la literatura.

##### 4.2.3.1.- Fitoplancton y macroalgas

Basualto (2006) reporta para el lago Budi un predominio de diatomeas (Bacillariophyceae), con 30 taxas identificadas durante el período de invierno, y 34 durante el período de verano, pero con una diferenciación en la dominancia de especies entre ambos períodos de muestreo. Se registran también macroalgas nativas pertenecientes a las familias *Cladophoraceae*, *Ulvaceae* y *Gracilariaceae*, además de hidrófitas vasculares en su mayoría nativas. Resulta importante en este punto el trabajo de Hauenstein (1999) quien destaca el carácter de indicadoras de muchas plantas, señalando que “las comunidades bióticas acuáticas que se encuentran sometidas a flujos contaminantes, pueden testimoniar con sus fluctuaciones la calidad físico-química de las aguas en las que habitan, sirviendo así como indicadores biológicos de contaminación.

En su trabajo Hauenstein (1999), destaca el hecho de que el número total de macrófitas del Budi es superior al de otros lagos del sur de Chile, para la cual se han identificaron 111 especies en sus riberas. Esto puede explicarse por la mayor superficie de este cuerpo de agua y su mayor heterogeneidad ambiental, incluso condiciones de salinidad, que permiten la presencia de un número importante de macroalgas como *Enteromorpha intestinalis* y *Gracilaria chilensis* descrita por Bird, Mc Lachlan & Oliveira (Hauenstein et al. 1999, 2005; Valdovinos et al. 2005).

#### 4.2.3.2.- Macrofauna bentónica

En cuanto al estudio la macrofauna en el lago Budi, Stuardo *et al.* (1989) realizan una diferenciación de especies según el sustrato. Tanto en el canal (río Budi) como en el lago, la abundancia y la diversidad de especies son pobres, la dominancia ocurre entre especies de pequeños poliquetos Spionidae (menores de 6 mm), nemátodos y anfípodos gamáridos que se encuentran ligados a los sedimentos reductores negruzcos. Por otro lado, en la franja de hidrófitas que bordean la laguna, existe una fauna diversa y abundante de invertebrados donde predominan pequeños gastrópodos y anfípodos, y las poblaciones de *Juncus*, las que están cubiertas por gastrópodos y briozoos, los que también dominan en aguas someras de fondos rocosos. Bertrán (2006) describe que la dominancia de la macrofauna del lago recae en las especies pertenecientes a los fila Annelida, Arthropoda y Mollusca, y las mayores abundancias se encuentran entre las especies de poliquetos Spionidae y moluscos Cyamiidae.

#### 4.2.3.3.- Ictiofauna

En la revisión bibliográfica realizada por Valdovinos *et al.* (2004) la fauna de peces registra la presencia de a lo menos 11 especies en la zona del lago Budi (Acuña *et al.* 1983, Stuardo *et al.* 1989, Moreno *et al.* 1996, SERNAP, 1998 en Valdovinos *et al.* 2004), de las cuales la mayoría toleran amplios rangos de salinidad (típico de aguas polihalinas de lagunas costeras), a excepción de *Cyprinus carpio* que vive en agua dulce.

Se describe para la zona lacustre del lago Budi la presencia de especies de pejerrey (*Odonthestes regia*), lisa (*Mugil cephalus*), huaiquil o roncador (*Micropogon manni*) y róbalo (*Eleginops maclovinus*), que presentan tolerancia a altas salinidades. Sin embargo, presentan una alta presión extractiva (Stuardo *et al.* 1989), correspondientemente se hace mención para el año 1996 la disminución significativa de los tamaños poblacionales de lisa, huaiquil y pejerrey (Valdovinos *et al.* 2004). De acuerdo a la revisión bibliográfica se describen igualmente especies oceánicas típicas, como las que se pueden hallar en estuarios y sistemas marinos. Representantes de este tipo de especies corresponden a la merluza (*Merluccius gayi*), el congrio colorado

(*Genypterus chilensis*) y la corvina (*Cilus gilberti*) (Stuardo *et al.* 1989, Valdovinos *et al.* 2004). Cabe destacar que *Micropogon manni* corresponde a una especie endémica cuyo ciclo reproductivo ocurre íntegramente en el lago. Su rango de distribución se encuentra restringido e incluye a la V, VII y IX regiones (DIBAM 1998), particularmente se tienen registros de su presencia en las lagunas de Vichuquén y Torca, además del estuario del estero Nilahue próximo a Pichilemu y en el lago Budi (Durán 2005). En este último, la especie ha sido clasificada como vulnerable, considerando su distribución restringida y extracción para consumo por parte de las comunidades mapuches que habitan en las cercanías del lago (DIBAM, 1998). Acerca de esta especie se desconoce gran parte de su biología, encontrándose en la literatura datos correspondiente más bien a su largo y peso (Tapia *et al.* 2006). Dentro de la ictiofauna del lago Budi existen especies que se encuentran en alguna categoría de conservación (Tabla 4).

Tabla 4: Estados de conservación de fauna íctica del lago Budi.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Categoría de conservación</b>
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Vulnerable
<i>Odonthestes regia</i>	Pejerrey	Inadecuadamente conocida
<i>Micropogonias manni</i>	Huaiquil	Vulnerable
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	Fuera de peligro

#### 4.2.3.4.- Avifauna

Al año 1989, Stuardo *et al.* reportan una alta riqueza de aves especialmente sobre las franjas de *Myriophyllum* que se encuentran bordeando el lago. Se destaca por su abundancia la presencia del pidén (*Rallus sanguinolentus Swainson*), con un total hasta 300 individuos observados durante la época de muestreo y la gaviota cahuil (*Larus maculipennis*, descrita por primera vez por Lichtenstein 1823) de las que se han observado bandadas de hasta 70 individuos (Stuardo *et al.* 1989). Otras especies aunque no tan numerosas son: el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), el yeco (*Phalacrocorax olivaceus*), la garza grande (*Casmerodius albus*), la tagua chica (*Fulica leucoptera*) y el pato cuchara (*Anas platalea*). Posteriormente, en el listado de aves recopilado por Valdovinos *et al.* (2005) (modificado de Saavedra *et al.* 1991) se identifican alrededor de 132 especies de aves, riqueza que estaría representando más del 30% del total

nacional (Anexo 2), destacando aquellas especies que presentan problemas de conservación (Tabla 5) como la fardela blanca (*Puffinus creatopus*), guanay (*Phalacrocorax boungainvillii*), cisne de cuello negro, becacina pintada (*Nycticryphes semicollaris*) y la torcaza (*Columba araucana*).

Tabla 5: Estados de conservación de avifauna del lago Budi.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Categoría de conservación (Chile)</b>	<b>Categoría de conservación (IX Región)</b>
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Peligro	Peligro
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne blanco	Peligro	Peligro
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Peligro	Peligro
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	Vulnerable	Peligro
<i>Columba araucana</i>	Torcaza	Vulnerable	Vulnerable
<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy	Vulnerable	Insuficientemente conocido
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Rara	Rara
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Rara	Rara
<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	Rara	Rara
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Insuficientemente conocido	Insuficientemente conocido
<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero	Rara	Rara
<i>Accipiter bicolor</i>	Peuquito	Rara	Rara
<i>Buteo ventralis</i>	Aguilucho cola rojiza	Rara	Rara
<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho chico	Rara	Rara

Fuente: CONAF 1993. Red List of Chilean Terrestrial Vertebrates (Second Edition). Alfonso A. Glade (Ed.).

#### 4.3.- Caracterización abiótica del lago Budi

Las variables abióticas consideran tanto la calidad física como la química del cuerpo de agua. A continuación se detalla la información encontrada en la literatura.

La calidad física considera especialmente la extensión del área de inundación, la profundidad máxima y el contorno de profundidad o batimetría, descritos anteriormente. Los aspectos químicos, por su parte, consideran especialmente el contenido de nutrientes, resumidos

fundamentalmente como nitratos y fosfatos, sales minerales diversas (sulfatos, carbonatos, silicatos y otras) y gases disueltos.

Los aspectos hidrológicos consideran el movimiento y origen del agua, cambios diarios y estacionales de la temperatura del agua y la tasa de renovación de la misma. Normalmente se considera que estos aspectos son importantes en sistemas de inundación somera, ya que son determinantes de las características físicas y químicas. Por su ubicación intermedia entre tierra y aguas éstos sistemas son particularmente sensibles a los cambios hidrológicos, los cuales pueden modificar la disponibilidad de nutrientes, el grado de desoxigenación, la salinidad, las propiedades de los sedimentos y el pH. Debido a ello, breves cambios hidrológicos pueden producir cambios significativos y masivos de la biota de los humedales (Mitsch & Goselink 2000).

#### 4.3.1.- Salinidad

Stuardo et al. (1989) registran salinidades superficiales de 9,5-11,5 ‰ cercanas a la “boca” Budi. En este mismo sector y a profundidades aproximadas de 5 m se encuentran salinidades de 8,5 a 15 ‰, límite bajo el cual existen aguas polihalinas con valores máximos de 28 ‰. En la laguna propiamente tal, las salinidades hasta los 4 m son relativamente homogéneas. Sólo en sectores del sur y a profundidades entre 5 m y 8 m se encontraron aguas mixo-oligohalinas con valores máximos de 21,5 ‰. Bertrán et al. (2006) por su parte, no registran variaciones de salinidad significativas entre estaciones de muestreo (promedio  $10 \pm 0,04$  ‰). Sin embargo, en el mismo año, Basualto et al. (2006) registran que los valores más altos de salinidad (4.0 PSU) ocurren durante la época de verano y en las estaciones con mayor influencia marina (río Budi, Aillipén y Deume).

#### 4.3.2.- Temperatura

La información disponible muestra una disminución gradual de la temperatura de las aguas superficiales desde la boca hacia la laguna (24-20°C) y una diferenciación de esta variable en relación a las aguas polihalinas de origen marino (Stuardo et al. 1989). Durante los estudios de

Basualto et al. (2006) los valores de temperatura más altos correspondieron a los meses de verano en aguas superficiales (25,8°).

#### 4.3.3.- Oxígeno

Existe una disminución de oxígeno en relación a la profundidad, con valores máximos en superficie de 12,5 ppm y mínimos de fondo de 8 y 5,8 ppm. También la literatura describe una disminución gradual en los valores de oxígeno en superficie desde la “boca” (12,6 ppm) hacia sectores de la cabeza sur de la laguna (9,2 ppm) (Stuardo, 1989). Durante el invierno de 2004, Antimán & Martínez (2005) registran valores de 9,6 mg/l y 7,9 mg/l para el verano, los que corresponden a valores de excepción según el proyecto de norma secundaria de calidad ambiental. Por otro lado, Basualto et al. (2006) corroboran que los valores de oxígeno disminuyen considerablemente en los meses de verano variando entre 6 y 9 mg/l.

#### 4.3.4.- pH

Durante el período 2004-2005 se registra un rango de valores del pH que fluctúa entre 6,4-8,7 en invierno y 6,2-9,3 en verano (Antimán & Martínez, 2005). Por otro lado Basualto et al. (2006) registran valores de pH entre 6,8 y 8,2 durante el período de invierno y entre 7,0 y 8,9 en el verano, mostrando tendencias a valores más básicos en todas las estaciones durante esta última época del año.

#### 4.3.5.- Sólidos suspendidos totales

Este parámetro registra valores de 15,2 mg/l durante el invierno de 2004 y de 9,2 mg/l en el verano (Antimán & Martínez, 2005). No existen indicios de diferenciación entre estaciones durante el período de invierno, sin embargo en el verano los valores muestran un incremento especialmente en las zonas más profundas (Basualto et al. 2006).

#### 4.3.6.- Porcentaje de materia orgánica

El lago Budi presenta porcentajes de materia orgánica en sus sedimentos que varían según la fracción de suelo muestreada y según el sitio muestreado. El porcentaje de materia orgánica más alto se encontró en zona cercana a la entrada del río Budi, efecto que puede ser producto del transporte de sedimentos desde la cuenca (Bertrán et al. 2006).

#### 4.3.7.- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO<sub>5</sub> registrada por Antimán & Martínez (2005) durante el invierno de 2004 fue de 2,2 mg/l. Por otro lado, Basualto et al. (2006) muestra que los valores aumentan (valores entre 4,0 y 5,0 mg/l) durante la época de verano y en la estación ubicada en el río Budi.

#### 4.3.8.- Fósforo

En el estudio de Antimán & Martínez (2005) se registran valores promedio en el lago de 42,3 mg/l en invierno de 2004, y de 50,0 mg/l para el verano de 2005.

#### 4.3.9.- Nitrógeno (NO<sub>3</sub>-N)

En el estudio de Antimán & Martínez (2005) se registran valores promedio en el lago de 423,8 mg/l en invierno de 2004, y de 565,6 mg/l para el verano de 2005.

#### 4.3.10.- Clorofila "a"

Para el año 1988 Stuardo *et al.* (1989) señalan que la biomasa como clorofila "a" activa es mayor en la muestra de fondo (7,2 µg/l) que en la superficial (6,5 µg/l). Durante el invierno de 2004 se registran valores de 10,5 µg/l (Antimán & Martínez, 2005).

#### **4.4.- El estado trófico del lago Budi**

El estado “trófico” de un lago expresa la relación entre el estado de nutrientes y el aumento de la materia orgánica en el cuerpo de agua (Ryding y Rast, 1992). Actualmente, existe una jerarquía que diferencia los niveles de trofía que puede presentar un lago, de acuerdo a lo cual un sistema límnic puede caer dentro de un estado “oligotrófico”, o pobre en nutrientes, “eutrófico”, rico en nutrientes o “mesotrófico” que corresponde a una condición intermedia (Margalef, 1983).

Particularmente, el término eutrofización representa el proceso de maduración o envejecimiento natural de los sistemas lacustres y es sinónimo de un aumento de las tasas de crecimiento de los seres vivos de los lagos. Ello resulta de la aceleración de la productividad, la que puede acentuarse en relación con el aumento de perturbaciones en el sistema.

En general, un sistema eutrófico se caracteriza por presentar una alta productividad de algas, aguas muy poco transparentes usualmente de color café o verde oscuro y en ocasiones mal oliente, altos contenidos de nutrientes y bajo contenido de oxígeno. En cuanto a los criterios de medición de la aceleración de la productividad, se ha llegado al consenso de que la forma más básica y exacta para ello es la medición del incremento de la tasa de fotosíntesis anual por algas y de plantas de mayor tamaño dentro de un área determinada (Wetzel 1983). Sin embargo, existen también otras variables indicadoras, proximales, como concentración de fósforo y nitrógeno y profundidad de disco Secchi, entre otros. La Tabla 6 muestra algunas variables asociadas al proceso de eutrofización y los valores que deberían presentar de acuerdo a los distintos estados de trofía.

La composición química de los organismos expresa de forma aproximada sus requerimientos, los que deben ser obtenidos desde el sistema para mantener su crecimiento. La relación carbono: nitrógeno: fósforo, en peso en plantas es de aproximadamente 40C: 7N: 1P, de acuerdo a lo cual en la mayoría de los lagos el fósforo es el nutriente limitante por excelencia, seguido del nitrógeno. De esta forma, vertidos de fósforo desde la cuenca de drenaje al sistema lacustre, pueden superar las limitaciones de fósforo y recaer en un aumento continuo de la fotosíntesis, y de esta forma también del estado de trofía del sistema (Wetzel 1983).

Stuardo et al. (1989) señalan la existencia de perturbaciones en el lago Budi y muestra de acuerdo a las mediciones de productividad, que este lago presenta magnitudes similares a los valores obtenidos en otros sistemas eutróficos regionales. El proceso de sedimentación, registrado por estos autores y por Hauenstein et al. (1999) (En Stuardo et al. 1989), se encontraría influyendo sobre las tasas de acumulación de materia orgánica en los sedimentos y favoreciendo por lo tanto, el proceso de eutrofización.

Por su parte Antimán & Martínez (2005) obtienen en su investigación acerca del estado de trofía del lago Budi, resultados para fósforo (42,8 mg/l invierno; 50,03 mg/l verano), disco Secchi (0,98 m en invierno; 1,1 m en verano), nitrógeno (423,8 mg/l invierno; 565,6 mg/l verano) y clorofila “a” (10,5 mgm<sup>-3</sup>) que indican, de acuerdo a los criterios empleados por normas internacionales (Vollenweider, 1968; NAS/NAE, 1972; OECD, 1982; USEPA, 1974; Wetzel, 1975 y APHA, 1981), que el lago Budi se encuentra en un *estado eutrófico* (Jaque, 2004).

Tabla 6: Clasificación del estado trófico del lago, basado en algunas variables que indican eutrofización.

Variable	Unidad	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Referencia
Fósforo total	mgP/l	<10	10-35	35-100	OECD (1982)
	mgP/l	10(10)	20(30)	-	Antimán & Martínez, 2005
Nitrógeno NO <sub>3</sub> -N	mgN/l	1-50	60-200	>200	APHA, 1981
	mgN/l	250(450)	400(750)	-	Antimán & Martínez, 2005
Clorofila “a”	mgCla/l	3	10(15)	-	Antimán & Martínez, 2005
	mgCla/l	<4	4-10	>10	NAS/NAE (1972)

Fuente: Modificado de Antimán & Martínez (2005).

## 5.- Resultados de muestreos limnológicos

En cumplimiento con los objetivos del proyecto y con el fin de complementar y actualizar la información bibliográfica existente, se realizaron 4 campañas limnológicas (estacionales) que consideraron las variables físicas y químicas descritas en el ítem anterior. Las campañas se realizaron en las siguientes fechas:

- 🎬 Primera campaña: 20 -21 de abril de 2009
- 🎬 Segunda campaña: 9 – 10 de septiembre de 2009
- 🎬 Tercera campaña: 21 -22 de diciembre de 2009
- 🎬 Cuarta campaña: 4 – 5 de abril de 2010

En la Figura 9 se muestra la ubicación geográfica de las ocho estaciones de muestreo. Su distribución tuvo por objetivo poder caracterizar la heterogeneidad espacial del ecosistema respecto de las variables seleccionadas y determinar el estado trófico del mismo. El análisis realizado para el presente estudio incluyó variables físicas, químicas y biológicas (fitoplancton y zooplancton). Estas últimas no estaban incorporadas como parte de este proyecto, pero el equipo de trabajo las consideró importantes, debido a que la presencia de bioindicadores contribuye a determinar la salud del Lago. La metodología de campo y analítica se describen en detalle en el Anexo 3.

La variación temporal, tanto de las variables químicas como las biológicas puede depender, en parte, de la hidrología del sistema. Por ello es que resulta conveniente describir los principales eventos hidrológicos que ocurrieron durante el período de muestreo. Sin embargo, es importante destacar que sólo se dispuso de información hidrológica (lluvia) hasta la tercera campaña, (diciembre 2009; Fig. 10).

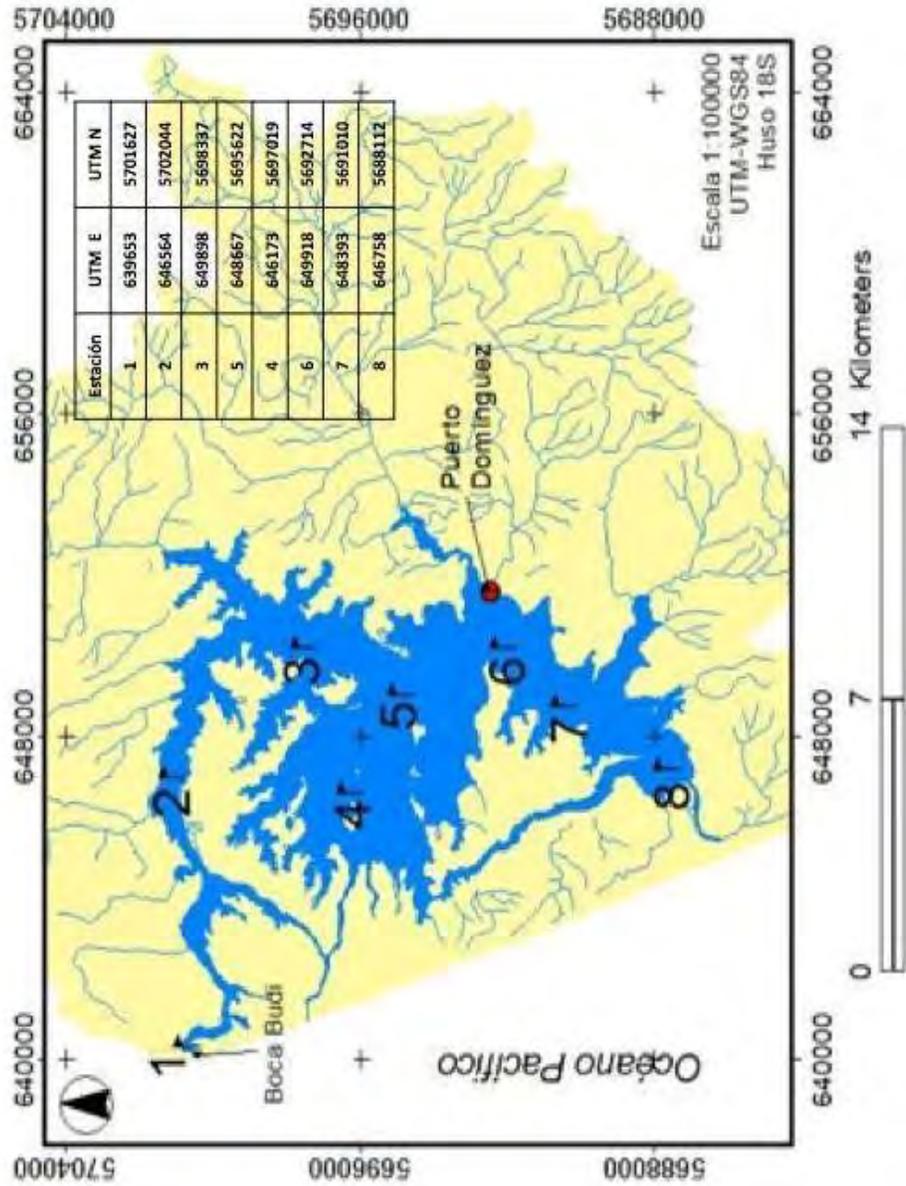


Figura 9: Estaciones de muestreo LME-U. Chile. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo (UTM-WGS84, huso 18S).

## Eventos hidrológicos para el año 2009 y Muestreos del Lago Budi

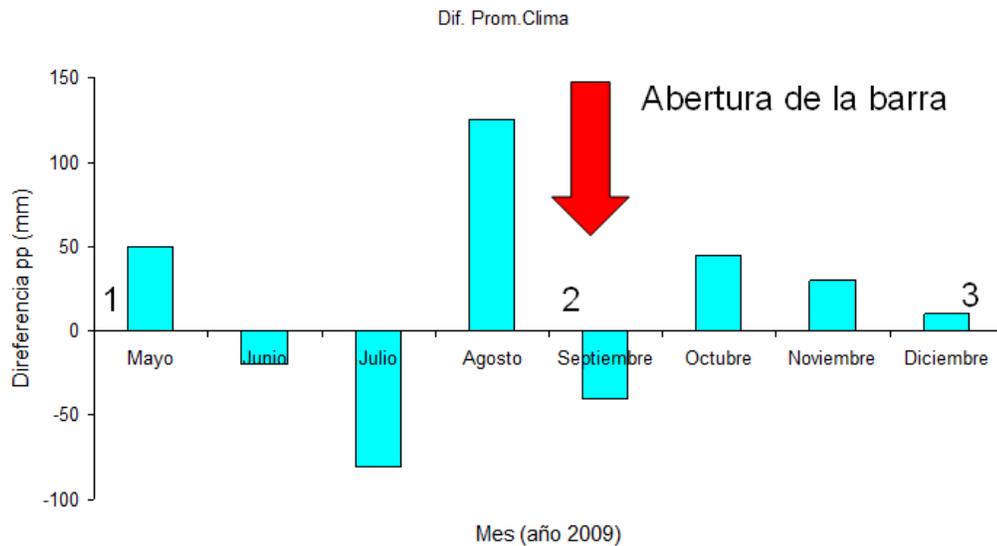


Figura 10: Eventos hidrológicos durante el período de muestreo mayo-diciembre 2009.

Los eventos hidrológicos se obtuvieron a partir de la base de datos disponible de la página Web del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile<sup>6</sup>. La Figura 10 muestra la diferencia entre la precipitación medida y la precipitación media mensual (promedio climático) para cada mes, así como la fecha de abertura de la barra, evento que ocurrió en conjunto con la segunda campaña (septiembre 2009; Fig. 11). La información muestra una disminución de las precipitaciones entre mayo y julio 2009, un posterior aumento durante agosto, previo a la segunda campaña y una oscilación a valores cercanos a los promedios climáticos desde septiembre a diciembre 2009.

<sup>6</sup> [http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/anterior.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/anterior.htm)



Figura 11: Proceso de apertura de la barra de arena en Septiembre 2009.

## 5.1.- Análisis de variables físicas

Las variables físicas fueron muestreadas por medio de una sonda digital descrita en el Anexo 3. Se muestrearon las siguientes variables: temperatura, conductividad, profundidad, pH, potencial de óxido reducción y oxígeno disuelto. Los horarios de muestreo fluctuaron de acuerdo a las estaciones. Las cinco primeras estaciones fueron muestreadas entre las 12:00 hrs y las 15:00 hrs, mientras que las estaciones 6, 7 y 8 se muestrearon entre las 9:50 hrs y 10:40 hrs del día siguiente. Los datos de los perfiles verticales fueron promediados para distintos intervalos de forma de reducir los efectos de la deriva de la embarcación en cada punto de muestreo y de la subida y bajada manual de la sonda multiparámetro. La información así promediada se analiza, variable por variable, a continuación.

### 5.1.1.- Conductividad eléctrica

La distribución vertical de la conductividad para las 8 estaciones monitoreadas en los muestreos de Abril, Septiembre y Diciembre 2009 y Marzo 2010 se muestra en la Figura 12. Los valores fueron más altos en el muestreo de Abril 2009 (entre 9 y 10  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) que en los restantes tres muestreos (valores entre 6 y 7  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). En todos los muestreos los valores mayores se encontraron en las estaciones más cercanas a la zona costera (St. 1 y St.2) especialmente en las mayores profundidades. Sin embargo, la homogeneidad de los valores para las demás estaciones sugiere que el ingreso de agua salina se restringe a la zona aledaña a la costa en la desembocadura del lago Budi hacia el océano.

## Conductividad ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ )

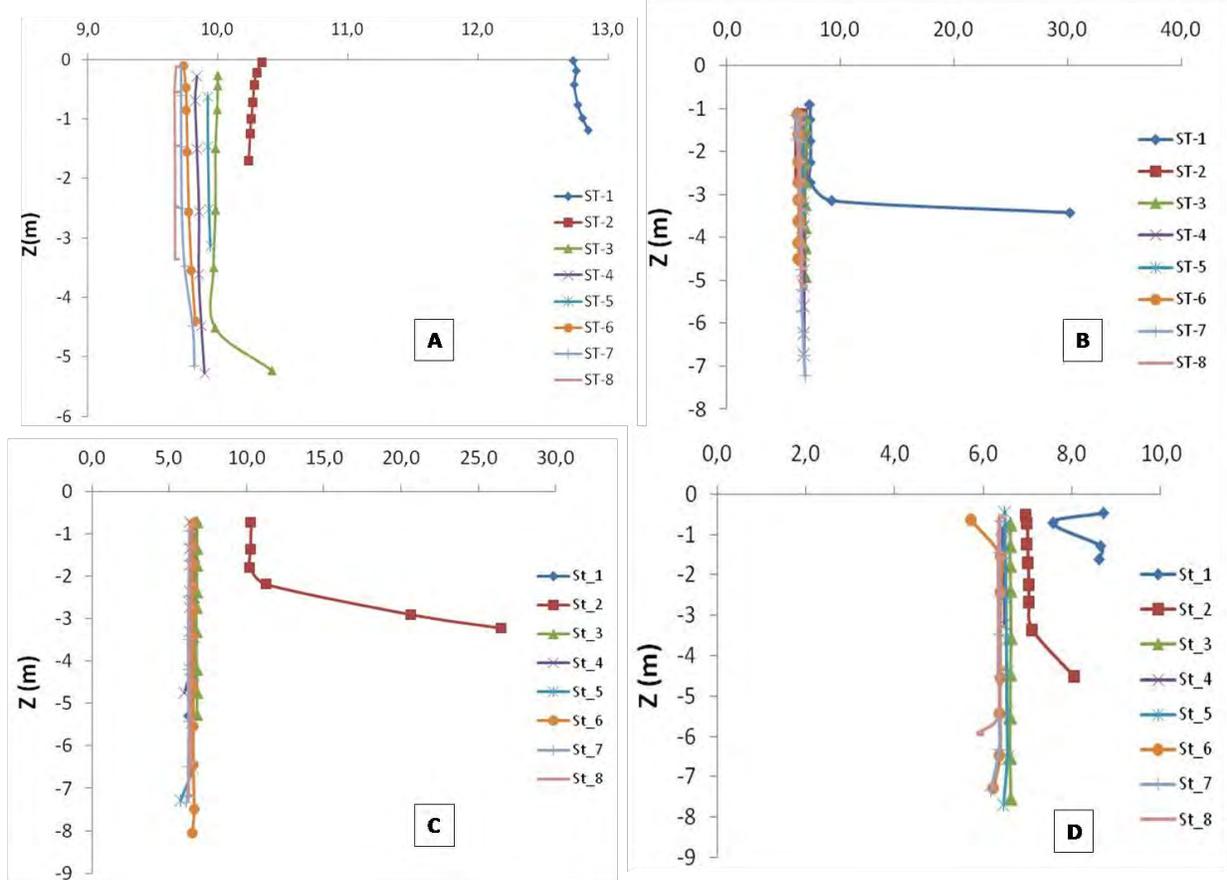


Figura 12: Perfiles de conductividad ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) para las cuatro campañas de terreno en el lago Budi. A: Abril 2009, B: Septiembre 2009, C: Diciembre 2009, D: Marzo 2010.

### 5.1.2.- Temperatura

La distribución vertical de la temperatura en las 8 estaciones monitoreadas en los cuatro muestreos se muestra en la Figura 13. En general, las estaciones más cercanas a la desembocadura muestran una mayor estratificación vertical que aquellas situadas hacia el interior del lago. Sin embargo, los valores promedio para cada muestreo no son sino un reflejo de la estacionalidad y su efecto en la temperatura del Lago. Los mayores valores se observaron en Diciembre 2009, en tanto los menores en septiembre del mismo año.

### Temperatura (°C)

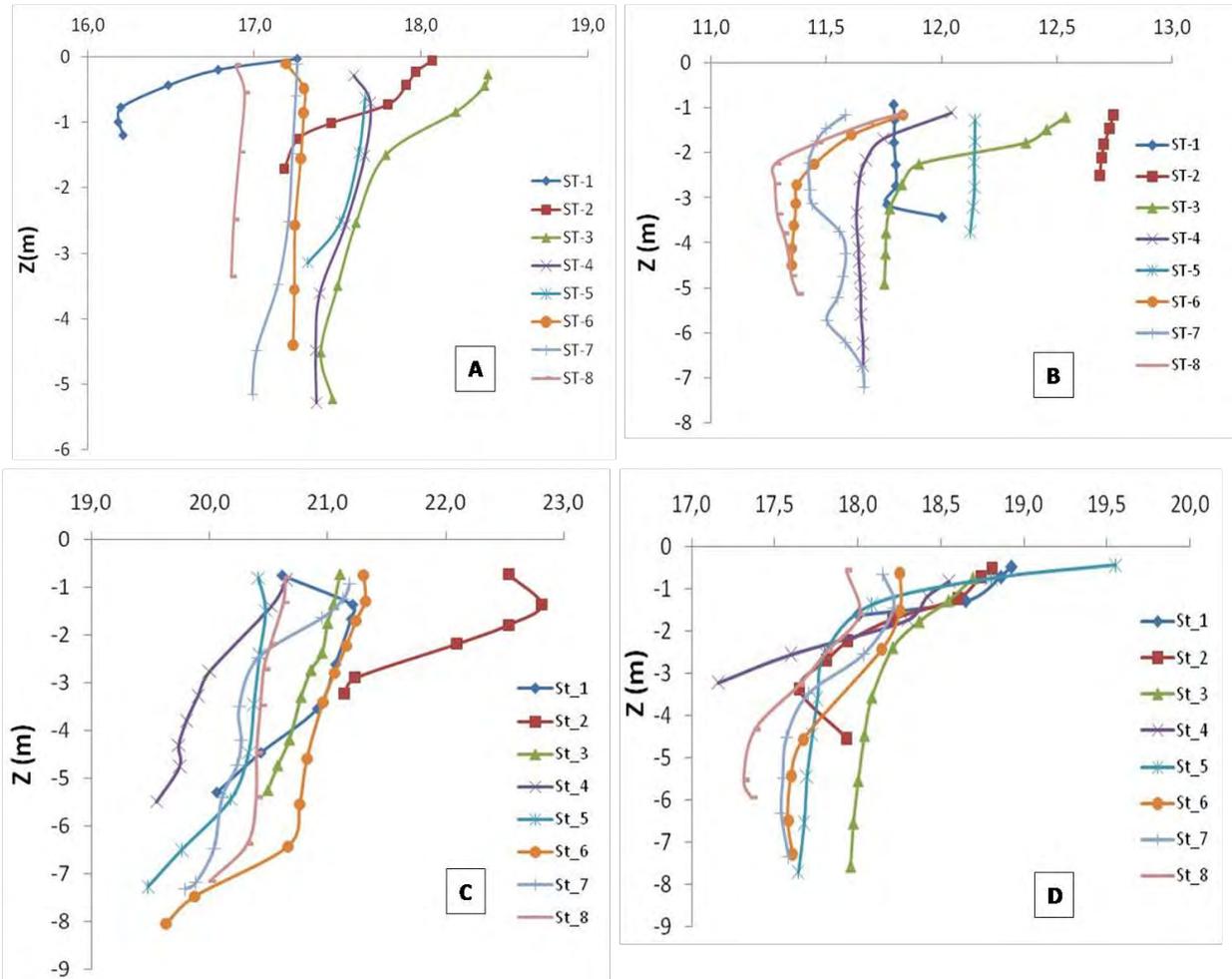


Figura 13: Perfiles de temperatura (°C) para las cuatro campañas de terreno en el Lago Budi. A: Abril 2009, B: Septiembre 2009, C: Diciembre 2009, D: Marzo 2010.

### 5.1.3.- Oxígeno disuelto

La distribución vertical y estacional de los valores de oxígeno muestra que el oxígeno fue homogéneamente alto en toda la columna de agua sólo para el primer muestreo (Fig. 14). Sin embargo, en los siguientes muestreos y especialmente en los de Septiembre y Diciembre 2009 se observa una tendencia a valores bajos ( $< 4,0 \text{ mg l}^{-1}$ ) en las capas más profundas del lago. Esta tendencia aún se observa en el último muestreo (Marzo 2010) aunque no con la intensidad de los dos anteriores. Los bajos valores de oxígeno en algunas estaciones del muestreo de otoño (abril, 2009) podría deberse a la mayor demanda de este por los organismos vivos presentes en la columna de agua.

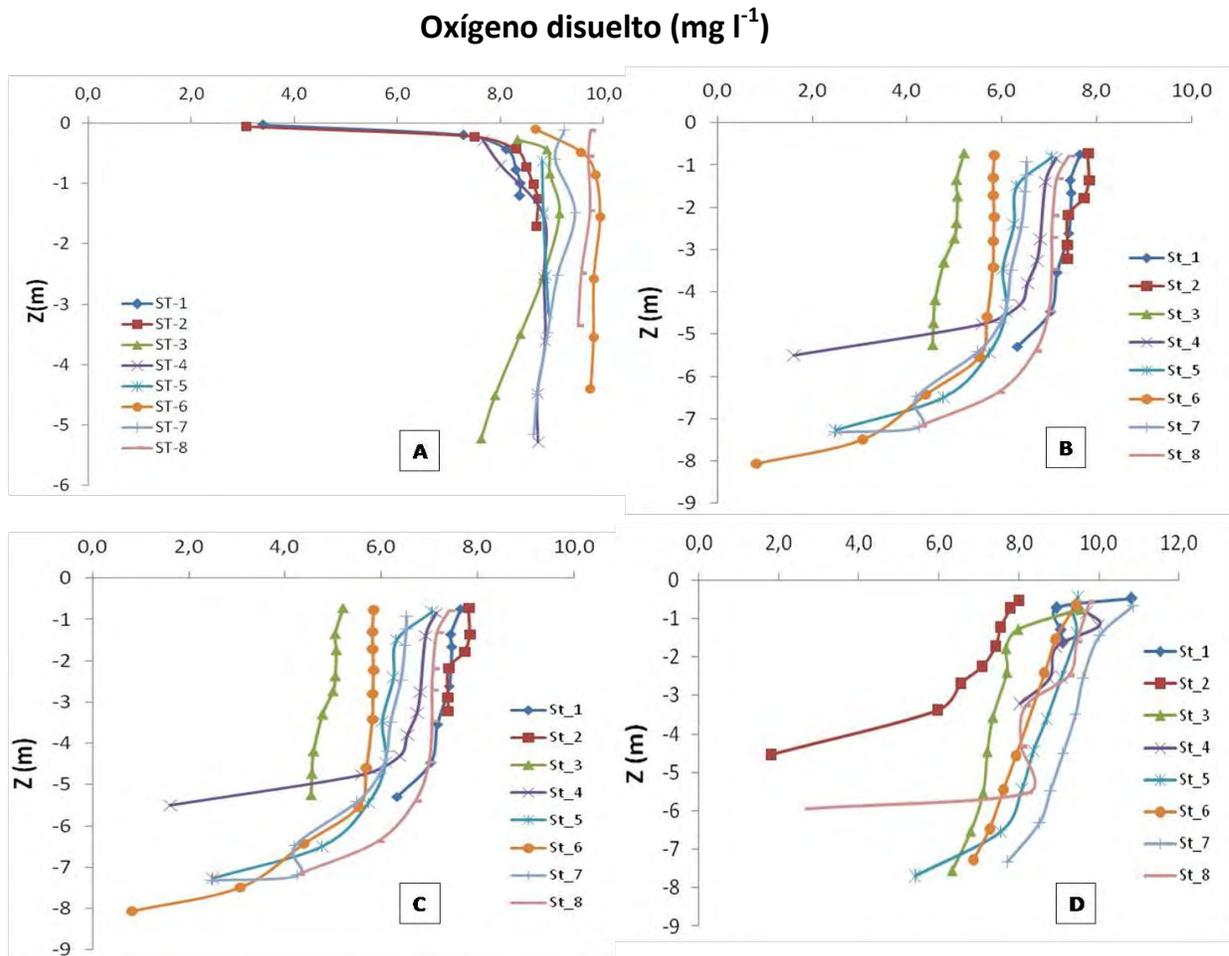


Figura 14: Perfiles de oxígeno disuelto ( $\text{mg l}^{-1}$ ) para las cuatro campañas de terreno en el lago Budi. A: Abril 2009, B: Septiembre 2009, C: Diciembre 2009, D: Marzo 2010.

#### 5.1.4.- pH

Salvo algunas estaciones aisladas en cada muestreo, los valores de pH en todos los muestreos fueron homogéneos y centrados en un pH = 8,0. No se observó tendencia estacional clara ni tampoco tendencia verticales u horizontales consistentes entre los muestreos. La distribución del pH se muestra en la Figura 15.

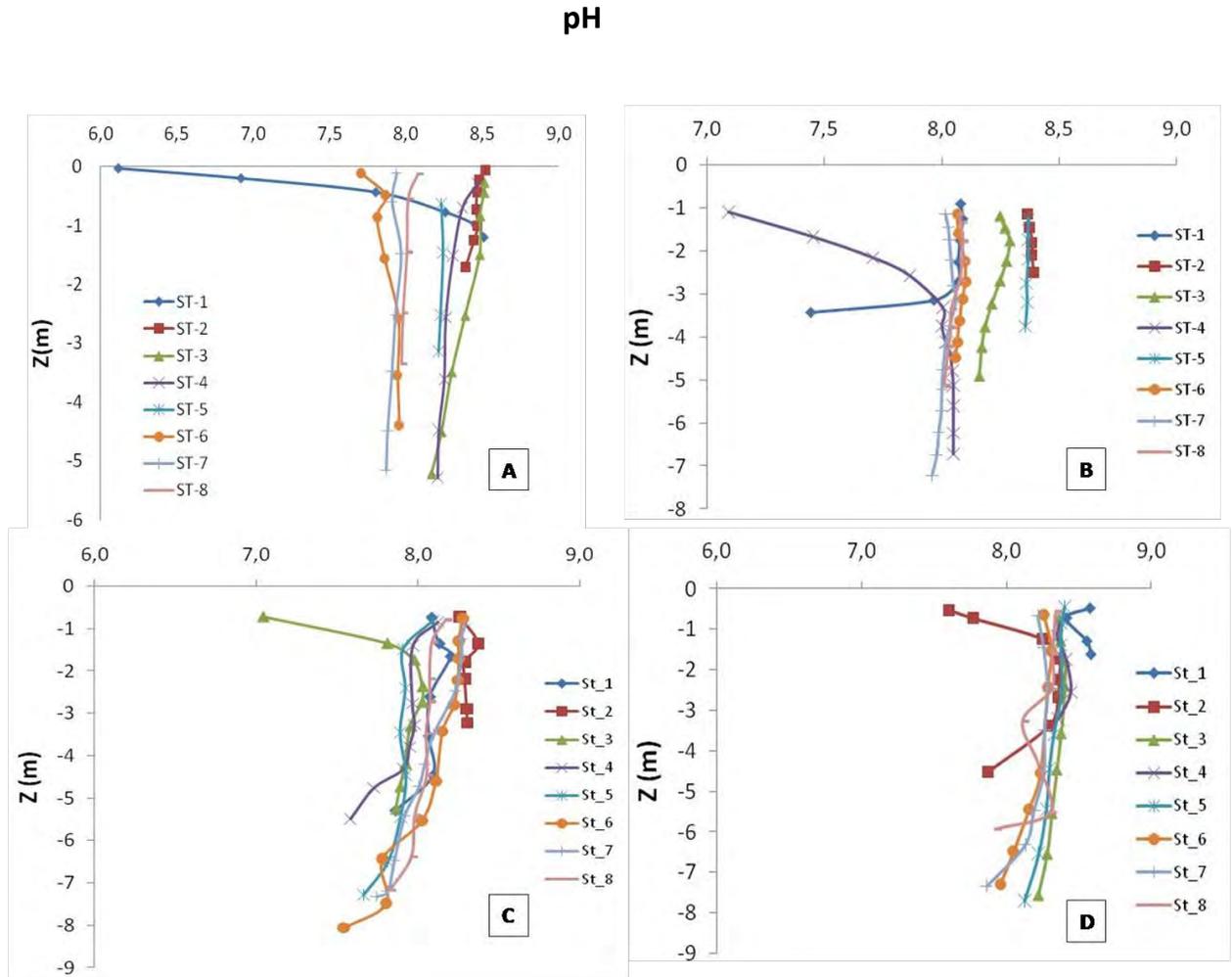


Figura 15: Perfiles de pH para las cuatro campañas de terreno en el lago Budi. A: Abril 2009, B: Septiembre 2009, C: Diciembre 2009, D: Marzo 2010.

### 5.1.5.- Potencial óxido-reducción

A diferencia de las otras variables analizadas, el potencial redox mostró una mayor variación entre campañas, así como en su distribución vertical y horizontal (Fig. 16). Los mayores valores se presentaron durante la campaña de septiembre 2009, en tanto que los menores en Diciembre 2009 y Marzo 2010. Llama especialmente la atención los valores negativos bajo los 4,5 m de profundidad en los últimos dos muestreos lo que sugiere la generación de condiciones reductoras cerca del fondo del lago especialmente hacia su interior (estaciones 5 a 8), ello se corresponde con bajos valores de oxígeno (Fig. 14).

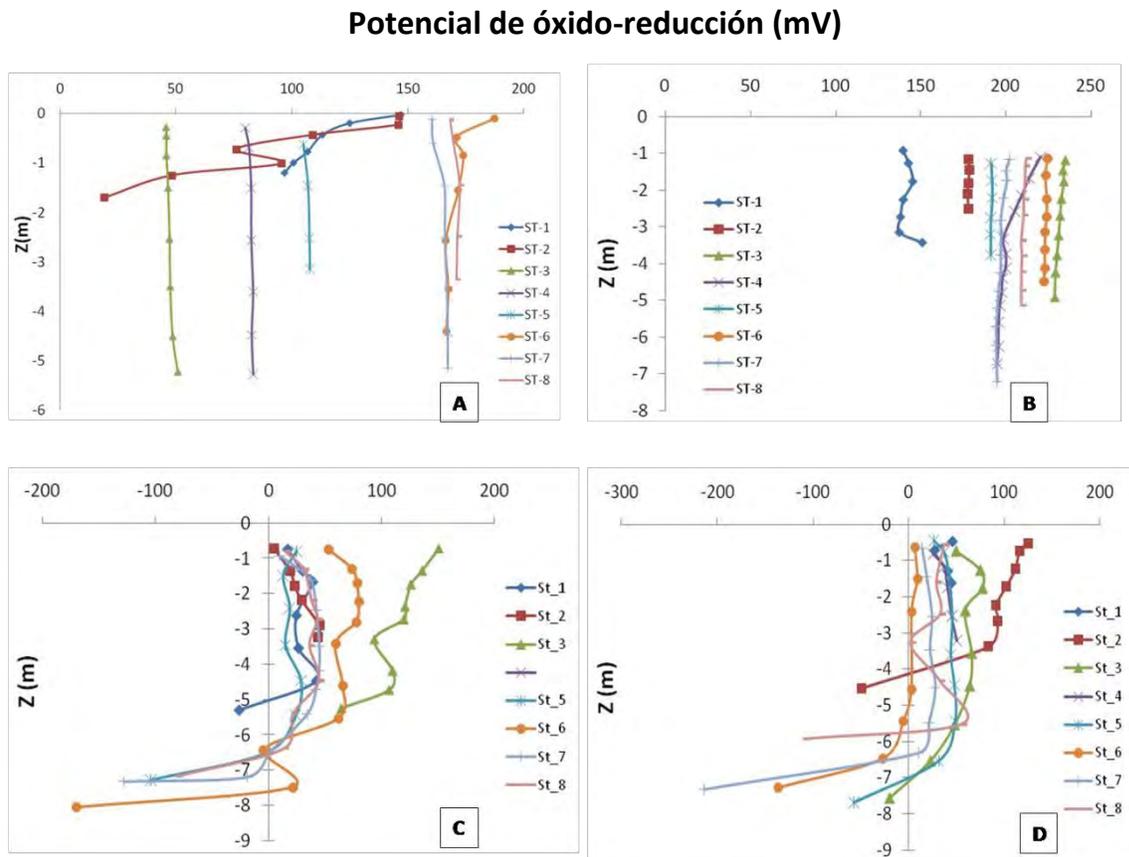


Figura 16: Perfiles de potencial de óxido-reducción (mV) para las cuatro campañas de terreno en el lago Budi. A: Abril 2009, B: Septiembre 2009, C: Diciembre 2009, D: Marzo 2010.

## 5.2.- Análisis de variables químicas

Los valores de las variables químicas de todas las estaciones en todas las campañas se encuentran en el Anexo 4. Los datos se analizaron por medio de un Análisis de Varianza de dos vías, con el propósito de determinar la existencia de diferencias significativas (a un valor de probabilidad de 0,05 comúnmente usado en el análisis de datos científicos) entre las distintas campañas (tiempo) y las distintas estaciones muestreadas (espacio). Los resultados muestran (Tabla 7) que hay una diferencia significativa tanto entre los muestreos, como entre las estaciones en cada muestreo. Los valores promedio, tanto para las campañas como para las estaciones se presentan en las Figuras 17 a 19. En ellas se muestra la distribución del fósforo y el nitrógeno como indicadores de la trofia del lago, el cloruro y el sodio como indicadores de los aportes de aguas proveniente de la zona costera y de los aniones bicarbonato y sulfato por su contribución al pH del sistema.

El fósforo presentó una tendencia a mayores concentraciones en la estación más cercana a la barra (St. 1, Fig. 17) en el muestreo de Septiembre 2009, en tanto que el nitrógeno fue más homogéneo espacialmente, con una tendencia a disminuir en las estaciones más internas (St. 7 y St. 8; Fig. 17) y en los muestreos de abril y septiembre de 2009. Para el caso del cloruro y del sodio los resultados muestran claramente el efecto de las aguas costeras en la Estación 1, aunque este queda circunscrito sólo a dicha estación (Fig. 18). De hecho, el análisis temporal sugiere que la dinámica precipitación/evaporación (Fig. 19) es más importante en el Lago que la apertura de la barra (ocurrida al momento del segundo muestreo en Septiembre 2009). Los datos se compararon por medio del test t de student usando la modificación Holm-Sidak para comparaciones a posteriori. La disminución de ambos iones entre el primer y segundo muestreo (diferencias significativa para valor total  $p = 0,05$ ) se puede explicar por las lluvias de Agosto 2009. En tanto que el análisis estadístico, test a posteriori, no mostró diferencias significativas entre los demás muestreos. Estos resultados son similares para el sulfato (Fig. 19). Sin embargo, el bicarbonato muestra una tendencia distinta. Los mayores valores se encontraron en el primer muestreo y los menores en el muestreo de septiembre en concordancia con los otros iones. Sin embargo, a diferencia del resto muestra una tendencia significativa al aumento desde Septiembre 2009 a Marzo 2010 (test a posteriori Holm-Sidak).

Tabla 7: Análisis de varianza de dos vías para nutrientes e iones muestreados en el lago Budi. Donde GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F= test F y P = probabilidad.

<b>Fósforo</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	2648.373	882.791	44.416	<0.001
Espacio (estación)	7	452.538	64.648	3.253	0.017
Residuo	21	417.382	19.875		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>3518.293</b>	<b>113.493</b>		

<b>Nitrógeno</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	242766.292	80922.097	2.535	0.084
Espacio (estación)	7	467452.842	66778.977	2.092	0.090
Residuo	21	670405.758	31924.084		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>1380624.892</b>	<b>44536.287</b>		

<b>Cloruro</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	8301247.695	2767082.565	51.499	<0.001
Espacio (estación)	7	3381893.124	483127.589	8.992	<0.001
Residuo	21	1128349.002	53730.905		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>12811489.821</b>	<b>413273.865</b>		

<b>Sodio</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	951575.254	317191.751	13.286	<0.001
Espacio (estación)	7	979957.699	139993.957	5.864	<0.001
Residuo	21	501371.416	23874.829		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>2432904.369</b>	<b>78480.786</b>		

<b>Bicarbonato</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	1567.770	522.590	31.643	<0.001
Espacio (estación)	7	645.127	92.161	5.580	<0.001
Residuo	21	346.820	16.515		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>2559.717</b>	<b>82.572</b>		

<b>Sulfato</b>					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Tiempo (muestreo)	3	8026.504	2675.501	16.217	<0.001
Espacio (estación)	7	5079.845	725.692	4.399	0.004
Residuo	21	3464.605	164.981		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>16570.955</b>	<b>534.547</b>		

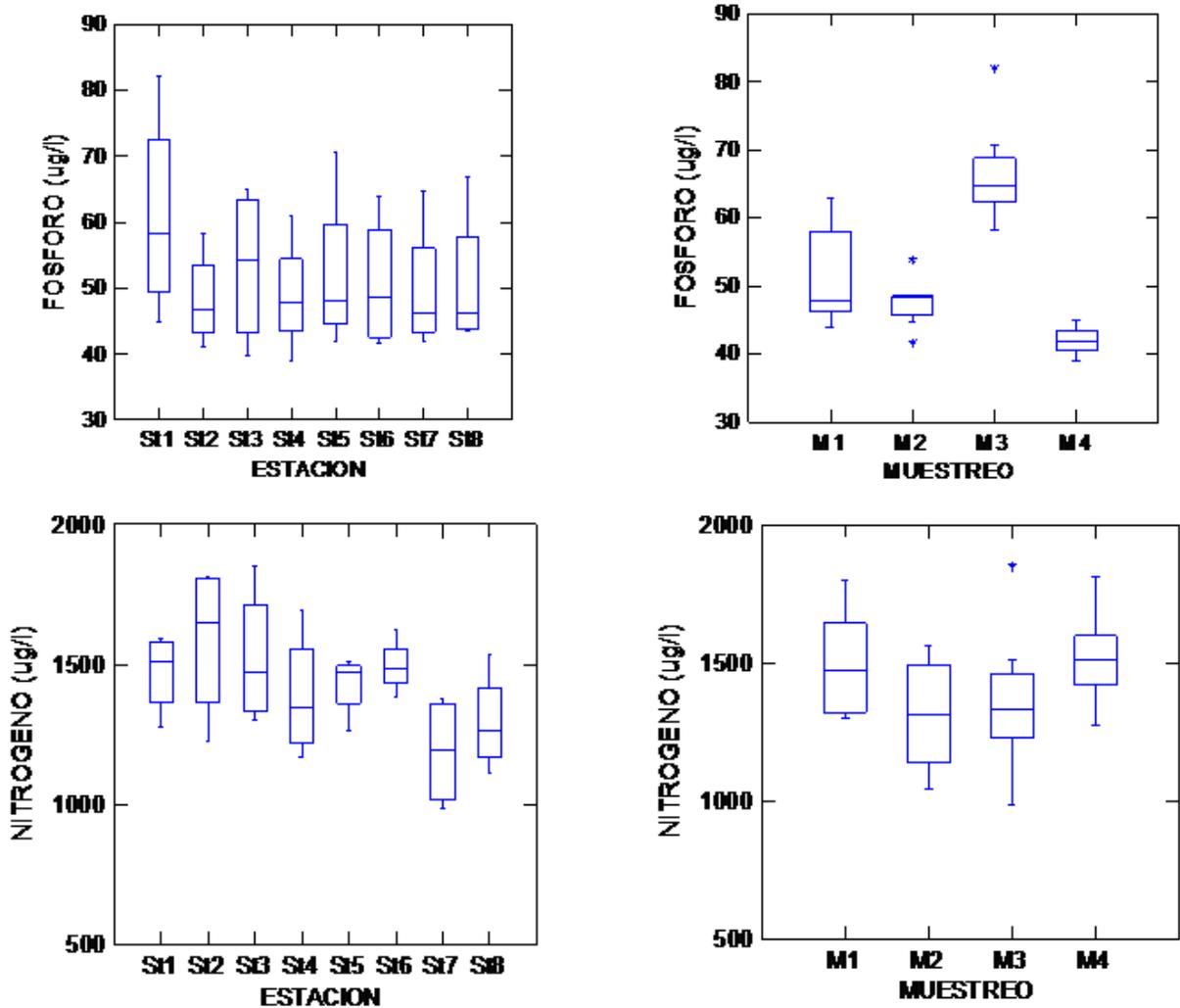


Figura 17: Distribución temporal y espacial de la concentración total de fósforo y de nitrato en las aguas superficiales del lago Budi.

Con respecto a la trofia del Lago Budi (ver también sección 5.3), llama la atención que la concentración de fosfato para las campañas de invierno y verano (M2-M4, Fig. 17) es comparable con los valores obtenidos por Antimán & Martínez (2005). Sin embargo, las concentraciones de nitrógeno para las mismas estaciones del año muestran un enriquecimiento entre dos a tres veces con respecto a los valores del año 2005.

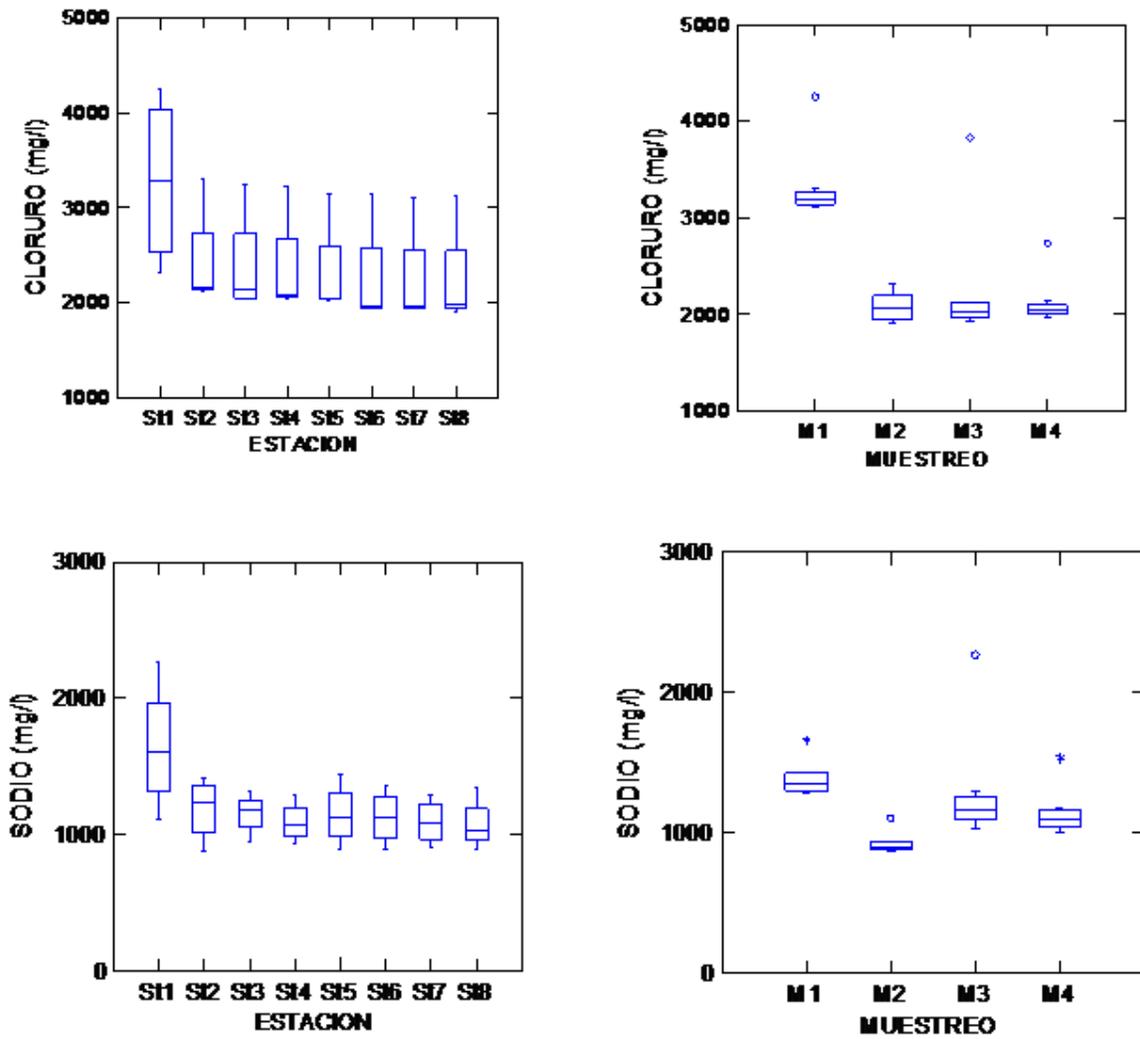


Figura 18: Distribución temporal y espacial del cloruro y del ión sodio en las aguas superficiales del lago Budi.

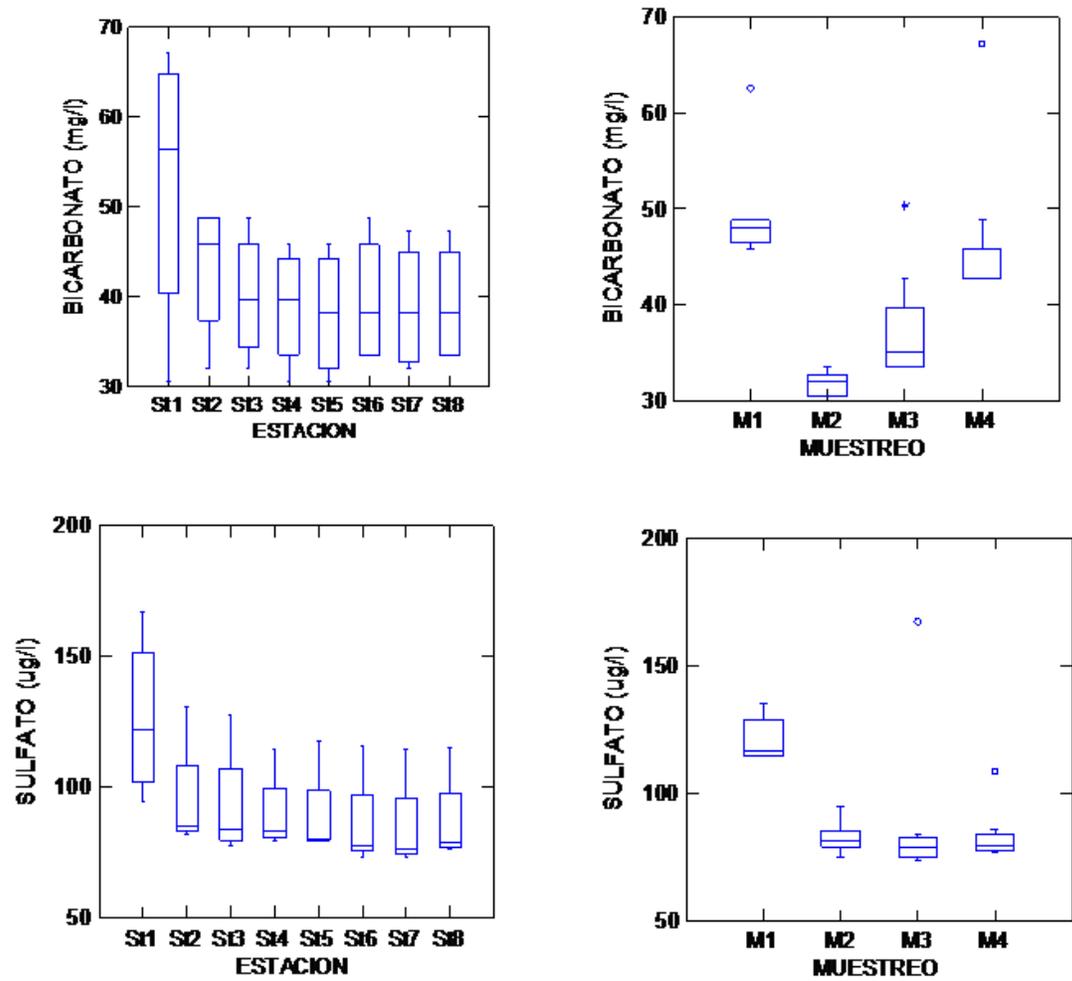


Figura 19: Distribución temporal y espacial del bicarbonato y del sulfato en las aguas superficiales del lago Budi.

### 5.3.- Caracterización trófica del lago

La clasificación trófica del lago se analizó por medio de cuatro variables que se muestran en la Tabla 8. De acuerdo a los valores límite estimados por la OCDE para la clasificación del estado de trofía (Ryding & Rast, 1992), el lago Budi se encontraría en un estado mesotrófico, respecto a las variables de fósforo total y la clorofila *a*. Sin embargo, los valores para nitrógeno total y profundidad de Secchi exceden los límites para esta clasificación (mesotrofía), lo que estaría indicando que el lago comienza a adoptar valores característicos de un sistema eutrófico. Los resultados muestran que el lago Budi se encuentra en la actualidad dentro de la categoría identificada como eutrófico (Tabla 8). A diferencia de los datos recogidos en años anteriores, el lago presenta esta característica durante los cuatro muestreos estacionales realizados en este proyecto. Como información adicional es importante recalcar la presencia de microalgas del género *Clamidomonas* en todas las estaciones, las que son indicadoras de alta materia orgánica en el sistema de estudio (ver sección siguiente).

Tabla 8: Valores límites propuestos por la OCDE para un sistema tipo Lago Budi de clasificación trófica (valores medios anuales) (modificado de la OCDE, 1982) y resultados de muestreos limnológicos, LME- U de Chile.

Parámetro	Unidad	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Otoño*	Invierno*	Primavera*	Verano*
<b>Fósforo Total</b>	µgP l-1	3,0-17,7	10,9 - 95,6	16,2-386	43,91-62,80	41,66 - 53,08	58,13 - 82,02	39,02 - 45,00
<b>Nitrógeno Total</b>	µgN l-1	307-1.630	361-1.387	393-6.100	1.180,92-1.798,33	1.046,48 - 1.563,33	987,96 - 1.851,66	1.275,00 - 1.815,00
<b>Clorofila <i>a</i></b>	µg l-1	0,3-4,5	3,0-11	2,7-78	3,12-6,66	4,51 - 8,04	2,9 - 9,88	3,45 - 8,53
<b>Profundidad de Secchi</b>	m	5,4-28,3	1,5-8,1	0,8-7,0	1-1,2	0,5 - 1	0,4 - 1,15	0,8 - 1,7

Fuente: Ryding & Rast (1992)

\*Resultados de muestreos limnológicos (LME-U. de Chile).

## 5.4.- Análisis de variables biológicas

### 5.4.1 Fitoplancton

En este proyecto se realizó un análisis complementario respecto al fitoplancton con el propósito de utilizarlo como indicador biológico de la calidad de agua. Para ello se identificaron las especies presentes en cada estación de muestreo en el lago, durante todas las campañas. La metodología usada se describe en el Anexo 3. La abundancia del fitoplancton, separada por género y especie cuando ello fue posible, se detalla en el Anexo 5. Adicionalmente, todos los datos y su análisis se encuentran disponibles en el trabajo de Catalán (2010). El análisis de las especies presentes y su abundancia se hizo respecto de la información disponible en la literatura sobre tolerancia de grupos funcionales del fitoplancton (Tabla 9). Este análisis muestra que la influencia marina dentro del ecosistema del lago Budi permite el desarrollo de una biota singular. Respecto al fitoplancton, se destaca la presencia de especies asociadas a ambientes acuáticos enriquecidos por nutrientes (e.g. *Nitzschia sp.* y *Synedra ulna*, descrita por Catalán 2010; *Euglena sp.* distinta a *Euglena viridis*, descrita por Basualto *et al.* 2006), así como el aumento en la variedad de géneros encontrados de *Nitzschia sp.* y la aparición de *Synedra ulna*, ambas indicadoras de aguas superficiales turbias, ricas en nutrientes (Tabla 9). También destaca la presencia de *Aulacoseira granulata* y *Aulacoseira sp.* descritas para sistemas mesotróficos. Otros géneros encontrados, descritos para ambientes de elevada materia orgánica, son: *Cryptomonas sp.* y *Chlamydomonas sp.*, así como el dinoflagelado *Glenodinium sp.* característico de sistemas mesotróficos (Licea & Santoyo 1991). En el muestreo de verano se encontraron géneros y especies de gran tolerancia a ambientes salinos como: *Peridinium sp.* y *Hyalotheca dissiliens*.

Tabla 9: Tolerancia de grupos funcionales del fitoplancton (Extraído de: Reynolds, 2002).

Grupo	Hábitat	Representante típico	Tolerancia	Sensibilidad
A	Lagos de aguas limpias, constantemente en mezcla, fondo pobre en nutrientes	<i>Urosolenia sp</i> , <i>Cyclotella comensis</i>	Deficiencia de nutrientes	Elevado pH
B	Lagos mesotróficos, Medianos o pequeños con mezcla vertical	<i>Aulacoseira subarctica</i> , <i>Aulacoseira islandica</i>	Deficiencia de luz	Elevado pH, escasas de Si, estratificación
C	Lagos eutróficos pequeños o medianos, en mezcla	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>Stephanodiscus rotula</i>	Luz, deficiencia de C	Agotamiento de Si, estratificación
D	Aguas superficiales, turbias y enriquecidas, incluidos ríos	<i>Synedra acus</i> , <i>Nitzschia sp</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Aguas turbulentas	Escasas de nutrientes
N	Epilimnion mesotrófico	<i>Tabellaria sp</i> , <i>Cosmarium sp</i> , <i>Staurodesmus sp</i> .	Deficiencia de nutrientes	Estratificación, pH elevado
P	Epilimnion eutrófico	<i>Fragilaria cottonensis</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Closterium aciculare</i> , <i>Staurastum pingue</i>	Luz suave y deficiencia de C	Estratificación, escasas de Si
T	Epilimnion profundo constantemente en mezcla	<i>Geminella sp</i> , <i>Mougeotia sp</i> , <i>Tribonema sp</i> .	Deficiencia de luz	Deficiencia de nutrientes
S <sub>1</sub>	Capas turbias en mezcla	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Limnothrix redekei</i> , <i>Pseudoanabaena sp</i> .	Elevada luz, condiciones deficientes	Aguas turbulentas
S <sub>2</sub>	Capas superficiales turbias en mezcla	<i>Spirulina sp</i> , <i>Arthrospira sp</i> , <i>Raphidiopsis sp</i> .	Luz, condiciones deficientes	Aguas turbulentas
S <sub>N</sub>	Capas templadas en mezcla	<i>Cylindrospermopsis sp</i> , <i>Anabaena minutissima</i> .	Luz, deficiencia de N	Aguas turbulentas
Z	Capas de aguas limpias en mezcla	<i>Synechococcus sp</i> , <i>picoplancton procariótico</i>	Bajos nutrientes	Deficiencia de luz y pastoreo
X <sub>3</sub>	Capas superficiales limpias en mezcla	<i>Koliella sp</i> , <i>Chrysooccus sp</i> , <i>picoplancton eucariótico</i> .	Pobre condición del fondo	Mezcla y pastoreo
X <sub>2</sub>	Capas superficiales de aguas limpias en mezcla, de lagos de aguas meso-eutróficas	<i>Plagioselmis sp</i> , <i>Chrysochromulina sp</i> .	Estratificación	Mezcla y alimentación por filtradores
X <sub>1</sub>	Capas superficiales en mezcla de lagos en condiciones enriquecidas	<i>Chlorella sp</i> , <i>Ankyra sp</i> , <i>Monoraphidium sp</i> .	Estratificación	Deficiencia de nutrientes y alimentación por filtradores.
Y	Usualmente en lagos pequeños y enriquecidos	<i>Cryptomonas sp</i> .	Luz tenue	Predadores
E	Usualmente en lagos pequeños, oligotróficos de fondo pobre o estanques heterotróficos	<i>Dinobryon sp</i> , <i>Mallomonas sp</i> , <i>Synura sp</i> .	Bajos nutrientes (recurrente a mixotrofia)	Deficiencia de CO <sub>2</sub>
<b>Grupo</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Representante típico</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Sensibilidad</b>
F	Epilimnio de aguas limpias	<i>Chlorofíceas coloniales</i> , ej:	Bajo nutrientes,	Deficiencia de CO <sub>2</sub>

		<i>Botryococcus sp,</i> <i>Pseudosphaerocystis sp,</i> <i>Coenochloris sp,</i> <i>Oocystis lacustris</i>	elevada turbidez	
<b>G</b>	Cortas columnas de agua enriquecidas en nutrientes	<i>Eudorina sp, Volvox sp.</i>	Elevada luz	Deficiencia de nutrientes
<b>J</b>	Lagos, estanques y ríos superficiales enriquecidos	<i>Pediastrum sp, Coelastrum sp,</i> <i>Scenedesmus sp, Golenkinia sp.</i>	-	Baja luz
<b>K</b>	Cortas columnas de agua enriquecidas en nutrientes	<i>Aphanotece sp, Aphanocapsa sp.</i>	-	Mezcla en profundidad
<b>H<sub>1</sub></b>	Ambiente propicio para nostocales fijadoras de dinitrógeno	<i>Anabaena flos-aquae,</i> <i>Aphanizomenon sp.</i>	Bajo N y Bajo C	Mezcla, escasas de luz, y bajos fosfatos
<b>H<sub>2</sub></b>	Ambiente propicio para nostocales fijadoras de dinitrógeno de extensos lagos mesotróficos	<i>Anabaena lemmermanni,</i> <i>Gloeotrichia echinulata</i>	Bajo N	Mezcla y escasas de luz
<b>U</b>	Epilimnion en verano de lagos oligotróficos	<i>Uroglena sp.</i>	Bajos nutrientes	Deficiencia de CO <sub>2</sub>
<b>L<sub>o</sub></b>	Epilimnion en verano de lagos mesotróficos	<i>Peridinium sp, Woronichinia sp,</i> <i>Merismopedia sp.</i>	Nutrientes segregados	Mezcla prolongada o profunda
<b>L<sub>m</sub></b>	Epilimnion en verano de lagos eutróficos	<i>Ceratium sp, Microcystis sp.</i>	Muy bajo C	Mezcla, pobre estratificación de la luz
<b>M</b>	Capas poco mezcladas de pequeños lagos eutróficos a baja altitud	<i>Microcystis sp, Sphaerocavum sp.</i>	Elevada Insolación	Aguas turbulentas y baja luz total
<b>R</b>	Metalimnion de lagos mesotróficos estratificados	<i>Planktothrix rubescens,</i> <i>Planktothrix mougeotii</i>	Luz baja y fuerte segregación de los nutrientes	Inestabilidad
<b>V</b>	Metalimnion de lagos eutróficos estratificados	<i>Chromatium sp, Chlorobium sp.</i>	Muy baja luz y fuerte segregación de los nutrientes	Inestabilidad
<b>W<sub>1</sub></b>	Pequeños estanques orgánicos	<i>Euglena sp, Synura sp,</i> <i>Gonium sp.</i>	Elevado DBO	Pastoreo
<b>W<sub>2</sub></b>	Lagos mesotróficos superficiales	<i>Trachelomonas sp. y bentónicas</i>	?	?
<b>Q</b>	Pequeños lagos húmicos	<i>Gonyostomum sp.</i>	Elevado color	?

#### 5.4.2. Zooplancton

También se tomaron muestras de zooplancton en todas las estaciones. Los resultados de los análisis de muestras de todas las campañas se presentan en el Anexo 6. Análisis estadísticos de las especies dominantes (rotíferos del género *Brachionus* y el copépodo *Acartia tonsa*), muestran que las abundancia absolutas (en individuos/l) tienden a presentar variaciones que no son posibles de explicar con la información disponible. Sin embargo, respecto de las abundancias relativas (% del total de organismos) el patrón es claro (Fig. 20). Los rotíferos fueron dominantes en las dos primeras campañas, previas a la abertura de la barra (Figs. 10 y 11), mientras que *A. tonsa* (copépodo marino costero) dominó en las dos últimas campañas. Tanto el rotífero dominante (*Brachionus plicatilis*) como *A. tonsa* son euryhalinos.

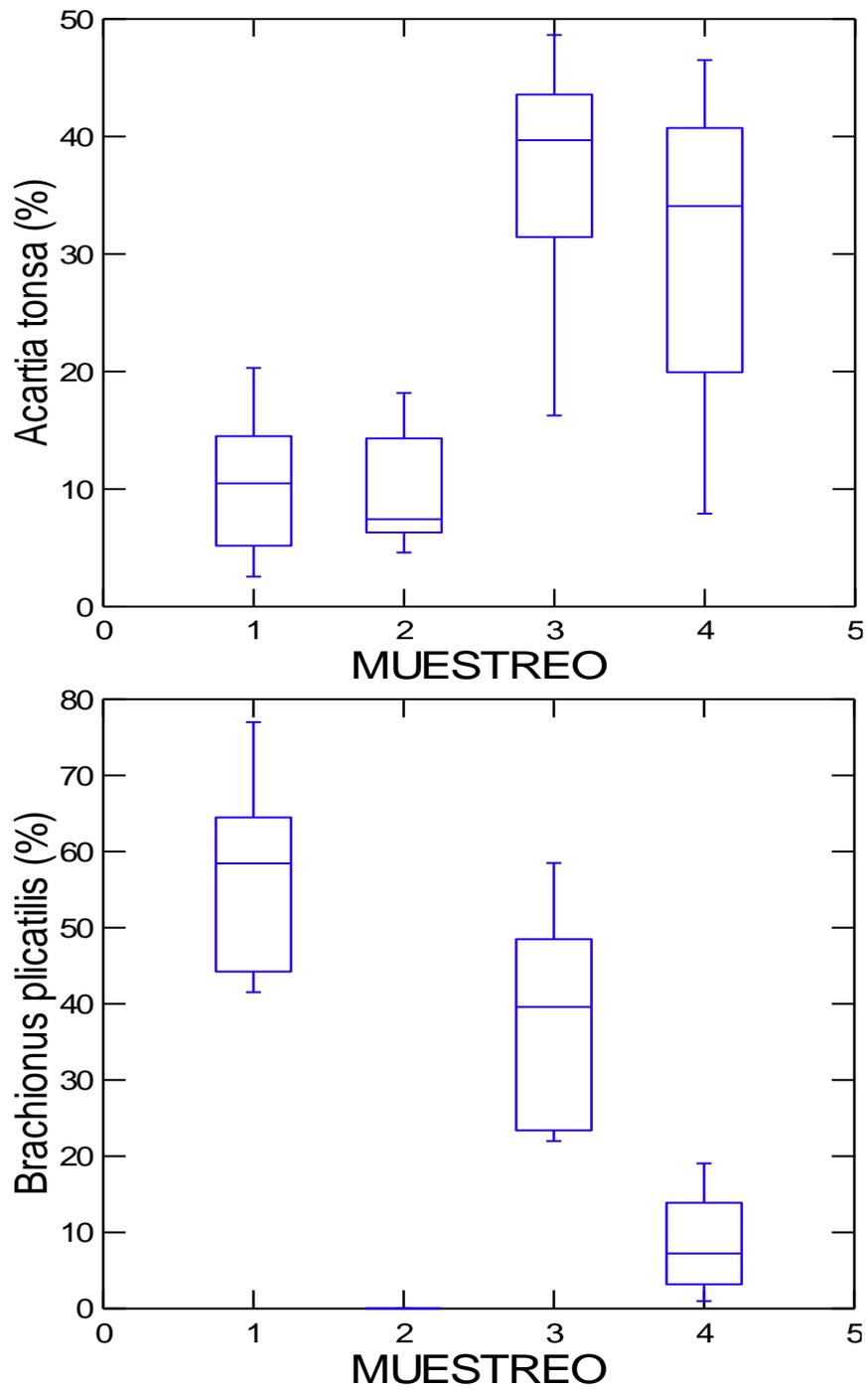


Figura 20: Abundancias relativas de *Acartia tonsa* (copépodo marino-costero, gráfico superior) y el rotífero *Brachionus plicatilis* (gráfico inferior).

## 5.5 Discusión de los resultados de los muestreos limnológicos

Los principales resultados obtenidos de las cuatro campañas limnológicas muestran que, concordantemente con lo reportado por Stuardo et al (1989) y por Rodríguez (2005) y Sandoval (2009), las mayores salinidades del lago Budi se encuentran en las capas más profundas en la zona cercana a la desembocadura o boca Budi. El efecto del ingreso de aguas marinas se pudo ver, para el caso de los resultados de este proyecto, en el aumento de la abundancia relativa de copépodos de origen marino como *Acartia tonsa* con posterioridad a la abertura de la barra (Figs. 12 y 20 ).

De la misma manera, los resultados concuerdan con las referencias anteriormente citadas en el sentido de que las menores concentraciones de oxígeno tienden a encontrarse en las capas profundas. Sin embargo, a diferencia de los estudios anteriores, los resultados muestran que esta disminución de oxígeno en profundidad no está restringida solamente a las capas con más sal, sino que es generalizada en el lago (Fig. 14). Ello puede estar relacionado también, con las características de eutrófico que mostró el lago Budi durante las cuatro campañas de este proyecto (ver sección 5.3), a diferencia de los trabajos anteriores que lo clasifican entre meso y eutrófico. Más aún, el análisis complementario de muestras de fitoplancton demuestra que varias especies encontradas son indicadoras de altos contenidos de materia orgánica (Tabla 9). Los trabajos realizados por Rodríguez (2005) y Sandoval (2009) sugieren que el aumento de la trofía del lago Budi podría deberse a las actividades productivas desarrolladas en su cuenca. Ello concuerda con los resultados de este proyecto que muestran que casi un 70% de la superficie de la cuenca es usada en agricultura (Fig. 8). Por tanto, la apertura de la barra que conecta el lago Budi al océano pareciera generar las condiciones para la existencia de un conjunto de especies del plancton con gran tolerancia a ambientes salinos, contribuyendo también a la mantención de capas profundas de bajo contenido de oxígeno. Sin embargo, no produce diferencias respecto de la concentración de nutrientes (Fig. 17) ni de la trofía del lago. Al respecto, por tanto, la hipótesis más conservadora es que ella depende más bien de las actividades que se desarrollan en la cuenca, especialmente la agricultura.

## 6.- Caracterización socio-económica

### 6.1.- Demografía

La cuenca del lago Budi se encuentra conformada por las comunas de Saavedra, Teodoro Schmidt y una porción pequeña de la comuna de Carahue, pertenecientes a la provincia de Cautín. En total las tres comunas abarcan una población de 55.234 personas (INE 2002), donde la población masculina alcanza un 51% (Tabla 10). Cabe destacar que entre los años 1992 y 2002 el Índice de masculinidad disminuyó en 3,3%. Es decir, en el año 2002 hay 3,3 mujeres más por cada 100 hombres que en el año 1992.

Las comunas de la cuenca poseen una baja representación poblacional a nivel regional. Saavedra concentra al 1,4%, Teodoro Schmidt al 1,7% mientras que Carahue al 2,9%. Por otro lado, las comunas que conforman la cuenca presentan densidades poblacionales de 35 hab/km<sup>2</sup> en Saavedra, 24 hab/km<sup>2</sup> en Teodoro Schmidt y 19 hab/km<sup>2</sup> en Carahue.

Tabla 10: Población comunas cuenca lago Budi (INE 2002).

Comuna	Hombres	Mujeres	TOTAL
Saavedra	7.259	6.775	14.034
Teodoro Schmidt	8.136	7.368	15.504
Carahue	13.017	12.679	26.696
TOTAL	28.412	26.822	55.234

La población que habita la cuenca se distribuye principalmente en las zonas rurales, siendo notoriamente mayor en la comuna de Saavedra (Fig. 21), donde la población rural representa el 80% de la población total comunal.

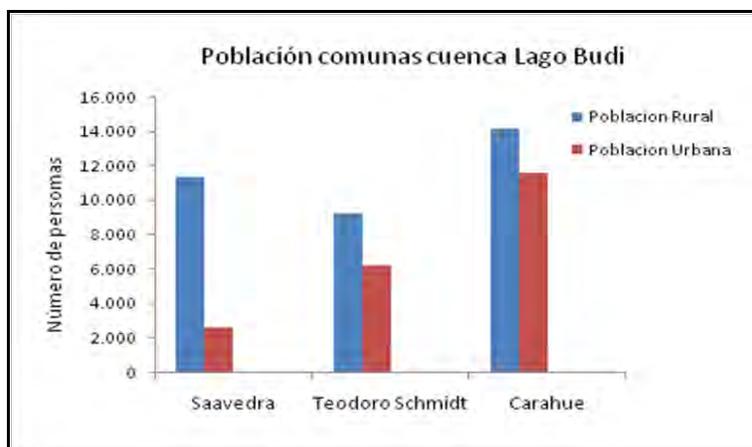


Figura 21: Distribución poblacional urbano-rural para las comunas de Saavedra, Teodoro Schmidt y Carahue (INE 2002).

La distribución etaria de la población, se concentra principalmente en los segmentos de entre 10 a 14 años y 15 a 19 años (Fig. 22). Luego se produce un descenso de la población volviendo a aumentar en el segmento entre los 35-39 años. La población de edad mayor presenta una baja representación en las tres comunas del área de estudio.

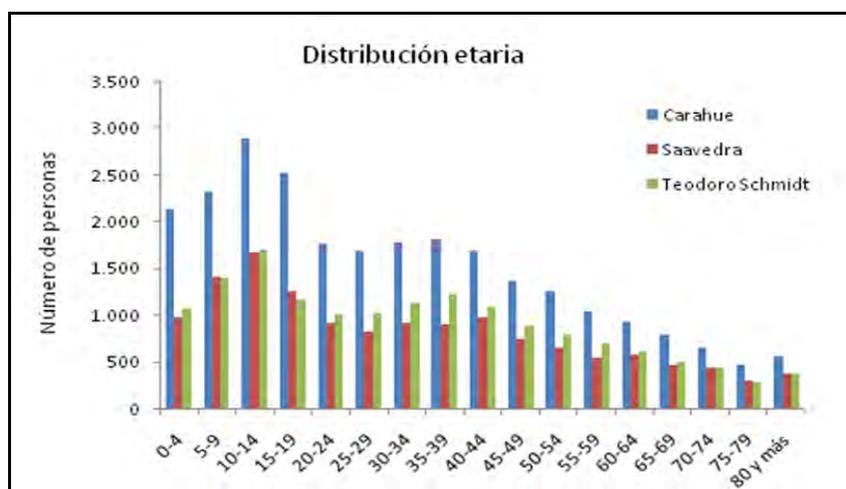


Figura 22: Distribución etaria de las comunas de la cuenca del lago Budi (INE 2002).

En la comuna de Carahue la población femenina se presenta en mayor cantidad en el segmento que va desde los 10 a los 19 años (2.726 personas), mientras que en la comuna de

Saavedra la mayor población de mujeres va desde los 5 a los 19 años (2.111 personas). Por su parte, la comuna de Teodoro Schmidt presenta mayor cantidad de población femenina entre los 5 a 14 años (1.477 personas).

Un aspecto característico de la cuenca del lago Budi y de la región de la Araucanía, es la presencia de población perteneciente a la etnia mapuche (Fig. 23). A nivel regional la población que se declara indígena alcanza las 203.950 personas lo que equivale al 29,5% de la población indígena a nivel nacional (INE & Programa Orígenes, 2005). A nivel comunal, las comunas que conforman la cuenca del lago Budi comprenden el 11% de la población indígena a nivel regional, siendo Saavedra la comuna que presenta mayor porcentaje de población mapuche, llegando al 64% de su población total, donde la población femenina perteneciente a dicha etnia alcanza las 4.361 personas. La comuna de Carahue presenta alrededor de 7.400 personas que se declaran pertenecer a la etnia mapuche lo que equivale al 29% de la población total a nivel comunal donde 3.704 son mujeres, mientras que la comuna de Teodoro Schmidt alcanza el 38% de población mapuche, donde 2.776 corresponden a población femenina. No obstante, parte importante de las comunas de Carahue (71%) y Teodoro Schmidt (62%) declaran no pertenecer a ninguna etnia.

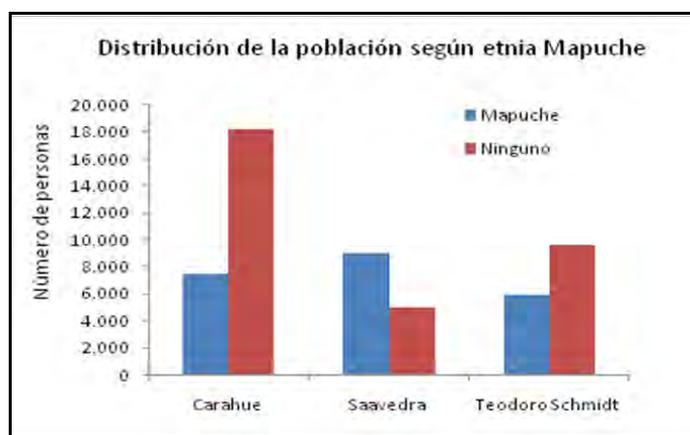


Figura 23: Población perteneciente a la etnia mapuche (INE 2002).

## 6.2.- Nivel educacional

La población que habita la cuenca se distribuye principalmente en el nivel de educación básica (30.186 personas), seguido de la enseñanza media conformado por 8.350 personas (Fig. 24). Los demás segmentos educacionales se encuentran escasamente representados. Sin embargo, el segmento “nunca asistió” representa al 7,4% de la población total considerando las tres comunas. Por otro lado, el nivel universitario y técnico-profesional abarca alrededor de 2.388 personas, lo que equivale al 4,7% de la población total entre las tres comuna, donde la comuna de Carahue tiene mayor representación con 1.202 personas en dicho nivel educacional.

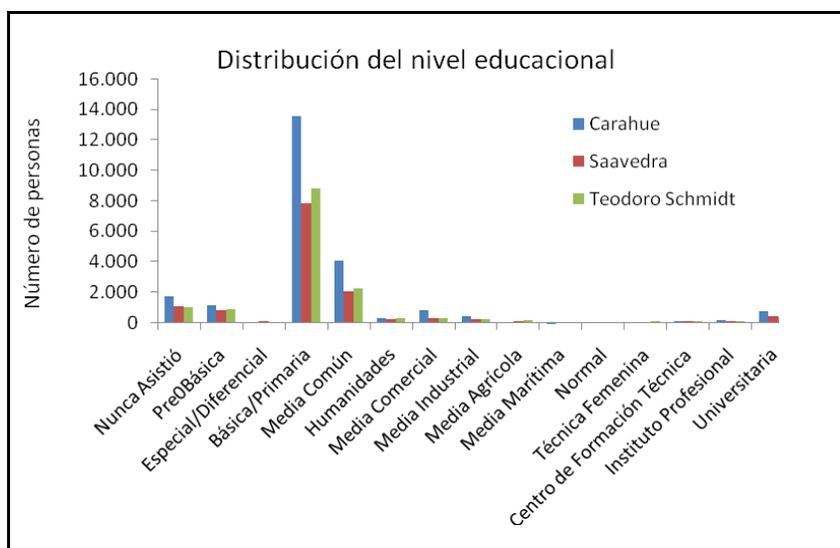


Figura 24: Distribución del nivel educacional comunas cuenca lago Budi (INE 2002).

Respecto del nivel de analfabetismo, en la comuna de Carahue de un total de 23.553 personas encuestadas, el 18,6% declara no saber leer ni escribir y donde las mujeres alcanzan las 2.258 personas lo que equivale al 9,6% de la población encuestada.

Por su parte, en la comuna de Saavedra de un total de 13.057 personas encuestadas, el 21% corresponde a población que declara no saber leer ni escribir, dentro de lo cual la población femenina alcanza las 1.474 personas, lo que equivale al 11,3 % de la población encuestada.

En cuanto a la comuna de Teodoro Schmidt, del total de la población encuestada que corresponde a 14.423 personas, el 17,8% de la población declara no saber leer ni escribir, dentro de lo cual el 8,8% equivalente a 1.253 mujeres se encuentra en esta condición.

### 6.3.- Situación de pobreza

La región de la Araucanía concentra uno de los mayores porcentajes de población pobre del país (INE Araucanía, 2006). En este contexto los resultados de la encuesta CASEN 2006, muestran que la pobreza alcanza el 20,1% de la población regional, donde el 6,1% se encuentra en la categoría de indigente y el 14% (127.895 personas) en la categoría de pobres no indigentes (MIDEPLAN, 2006). A nivel comunal, las comunas que conforman la cuenca de lago Budi presentan entre el 30% y el 40% de su población en la condición de pobreza (Fig.25). Respecto de la pobreza e indigencia en la población indígena a nivel regional, ésta sigue siendo más alta que en el resto de la región (MIDEPLAN 2006).

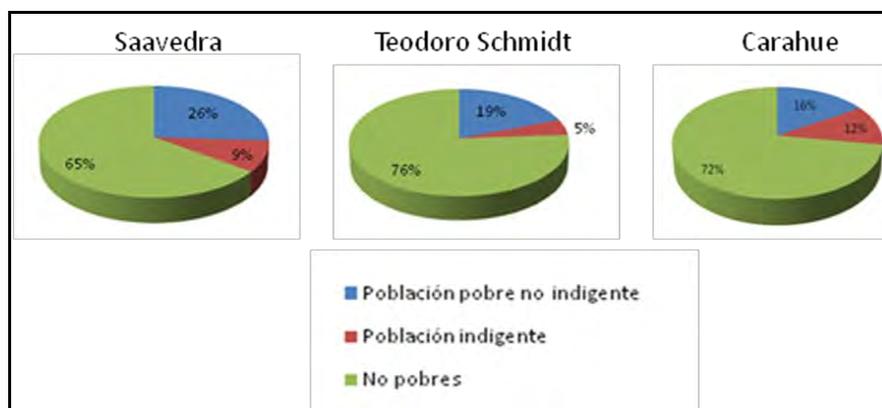


Figura 25: Distribución de los niveles de pobreza en la cuenca del lago Budi.

Según el Índice de Desarrollo Humano para Chile (PNUD-MIDEPLAN 2001), las comunas del seco costero, especialmente Carahue, Saavedra y Teodoro Schmidt se encuentran entre las 10 comunas más pobres de la provincia de Cautín, con un Índice de Desarrollo Humano muy bajo. Dicho índice considera el nivel y acceso a la salud, educación e ingresos. Este clasifica a las

comunas de la cuenca con 0,61 para Saavedra, 0,62 para Teodoro Schmidt y 0,60 para Carahue. En el ranking a nivel nacional estas comunas se encuentran en los puestos 318, 306 y 321 (de un total de 333), respectivamente, lo cual implica que se encuentran entre las 50 comunas más pobres del país.

#### **6.4.- Servicios básicos**

Se entenderá por servicios básicos a los siguientes servicios, según lo señalado por División Regional de MIDEPLAN y la Red de Protección Social (2009):

- Acceso a agua potable: Entendiéndose por acceso, que las familias tengan la posibilidad de conectarse a una red de agua potable o bien, con alguna modalidad alternativa que les permita disponer de agua debidamente clorada en su vivienda.
- Conectividad: Se entiende por tal a la posibilidad de acceder a un centro poblado por una vía de uso público durante todo el año.
- Acceso a un sistema de saneamiento (eliminación de excretas): Se entenderá por esto a la posibilidad de conectarse mediante unión domiciliaria a una red de alcantarillado público (o privado en el caso de alcantarillado rural) o bien cuentan con el sistema de fosa o pozo absorbente.
- Acceso a suministro de energía eléctrica: Por esto se entenderá que todas las familias tengan la posibilidad de conectarse mediante un empalme a una red domiciliaria o bien puedan iluminarse con alguna modalidad alternativa (motores diesel, sistema de energía renovable, etc.).

La División Regional de MIDEPLAN y la Red de Protección Social (2009) señalan que la región presenta un total de 295 territorios que involucran a 14.703 familias sin acceso a agua potable. Por

otro lado, la mayor vulnerabilidad se concentra en la carencia de saneamiento, totalizando 332 territorios que involucran un total de 22.228 familias a nivel regional.

Respecto de la carencia de electricidad, ésta involucra a 223 territorios que agrupan a 3.922 familias. En conectividad se identifican menos territorios vulnerables, 142, que involucran a 7.007 familias a nivel regional.

La situación de las comunas que conforman la cuenca del lago Budi se detalla en la Tabla 11. Respecto del acceso a agua potable un total de 1.030 personas carecen de dicho servicio en la cuenca, por otro lado la carencia del servicio de eliminación de excretas es el que agrupa a la mayor cantidad de familias. En total, 4.175 familias que habitan en la cuenca del lago Budi carecen de alguno o de todos los servicios básicos.

Tabla 11: Número de familias por comuna sin acceso a servicios básicos.

Comuna	Familias				Total
	AP	EE	ELEC	CONNECT	
Carahue	101	781	0	323	1.205
Saavedra	230	508	121	178	1.037
Teodoro Schmidt	699	1.132	0	102	1.933
<b>TOTAL</b>	<b>1.030</b>	<b>2.421</b>	<b>121</b>	<b>603</b>	<b>4.175</b>

Donde:

AP: Agua Potable

EE: Eliminación de Excretas

ELEC: Electricidad

CONNECT: Conectividad

Respecto de la cobertura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para el sector urbano, descrita en el registro de la Superintendencia de Servicios Sanitarios para el año 2007<sup>7</sup>, la cobertura de agua potable en la comuna de Carahue alcanza el 99,2% de la población urbana lo que equivale a 10.696 personas. Para el caso de la comuna de Saavedra, la cobertura de dicho servicio alcanza el 97,3% de la población urbana, lo que corresponde a 3.345 personas.

<sup>7</sup> <http://www.siss.cl/article-6025.html>

Por su parte, la cobertura de alcantarillado para la comuna de Carahue alcanza el 85,1% de la población urbana, lo que corresponde a 9.171 personas. Para el caso de la comuna de Saavedra, el servicio de alcantarillado cubre al 44,6 % de la población urbana, lo que corresponde a 1.534 personas.

El tratamiento de aguas servidas en la comuna de Carahue cubre alrededor del 61,8% de la población urbana, lo que equivale a 6.658 personas. Se proyecta que para el año 2012, la cobertura llegue al 92,6% de la población urbana.

Para el caso de Saavedra, el tratamiento de aguas servidas cubre el 42,6% de la población urbana, lo que corresponde a 1.462 personas. Se proyecta que para el año 2012 la cobertura alcance el 78,5% de la población urbana. Cabe destacar que la comuna de Teodoro Schmidt no presenta registros en la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

El sistema de Agua Potable Rural o APR, es un programa nacional de la Dirección de Obras Hidráulicas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile, consistente en comités locales que distribuyen el agua potable en zonas rurales. Los sistemas de APR no cuentan con una regulación jurídico - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Por tanto, estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través del los respectivos Servicios de Salud del Ambiente de la jurisdicción.

Según el registro de APR CHILE<sup>8</sup>, la comuna de Carahue presenta 7 Comités, la comuna de Saavedra 3 Comités en los sectores de Boca Budi, Oñoico y Puerto Domínguez, mientras que la comuna de Teodoro Schmidt registra 3 Comités. Entre 1995 y 1999 a través de fondos del Ministerio de Obras Públicas, se han ejecutado los siguientes proyectos de agua potable rural en la zona del lago Budi: Huincul, Boca Budi, Piera Alta y Puerto Domínguez (GAR-GTZ, 2002). Además, en el Plan de Desarrollo Comunal de Saavedra (SECPLAN, 2009) se propone como uno de los

---

<sup>8</sup> <http://aprchile.cl/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=402>

elementos estratégicos mejorar el servicio de agua potable rural, en sectores críticos como: Nilquillo, Huinca, Leufuche, Calof, Temo, Conin budi, y Huapi.

## **6.5.- Actividad económica**

En la zona costera alrededor del 80% de la población realiza actividades silvoagropecuarias y pesquero artesanales basadas en el uso intensivo de mano de obra familiar y tecnología tradicional (PNUD-MIDEPLAN 2001). Según el PRDU (2004), la población se distribuye principalmente en el sector primario (extractivo, agricultura) y en menor proporción en el sector terciario (servicios profesionales y turismo; ver Figuras 26, 27 y 28).

Estas actividades se caracterizan por llevarse a cabo en predios pequeños (en promedio la tenencia de tierras es de 3 a 5 ha. por familia) y de forma intensiva. La producción se encuentra destinada principalmente al autoconsumo y el trabajo es a nivel de unidades familiares o formas comunitarias de producción. Los principales productos agrícolas que aquí se producen son cereales y leguminosas tales como trigo, avena, arvejas y lentejas además de papas, siendo esta última la base de la dieta alimentaria de la población. Asimismo es posible encontrar dentro de los terrenos la existencia de huertos creados con el fin de obtener las hortalizas necesarias para el consumo familiar durante el año, además de constituirse en una labor eminentemente femenina, así como también lo es la cría de aves de corral, tales como patos, gansos, pavos y gallinas.

En el caso de la comercialización de productos, ésta se lleva a cabo durante la cosecha y se produce generalmente a través de intermediarios, quienes una vez adquirido el producto lo ofrecen en mercados mayores, como lo es el de Temuco y otras localidades cercanas. Sin embargo, no toda la agricultura presenta las características señaladas, puesto que existe un sector que desarrolla una agricultura intensiva, ésta es llevada a cabo por un grupo de colonos del sector de Puerto Domínguez.

En la actualidad existen pequeñas plantaciones forestales, especialmente de eucaliptos y pino. No obstante, la comuna de Teodoro Schmidt se destaca por la producción, explotación y

comercialización de maderas nativas (roble, pellín, laurel, lingue y otras), además de la producción de trigo, avena y arvejas, siendo el principal distribuidor a ciudades como Freire, Pitrufrquén, Carahue y Puerto Saavedra (Alarcón et al. 2004).

Existe además, desarrollo de ganadería en pequeña escala siendo las especies mayoritarias los cerdos, vacas y en menor proporción las ovejas. La pesca es otra actividad de gran importancia dentro del aspecto económico de esta comuna, ésta se realiza como actividad exclusiva o como fuente de ingreso complementaria y se lleva a cabo en tres sectores. El primero de ellos corresponde al río Imperial, aquí la pesca se realiza en botes de madera a remo y se extraen especies tales como la corvina, el pejerrey de mar, el tollo, la lisa y el róbalo. Asimismo, se han creado cultivos de mitílidos (choros) para tener mayor cantidad de recursos; las especies extraídas son comercializadas tanto en el mercado interno, como en los mercados de Carahue y Temuco. El borde costero es otro de los lugares en que se practica la pesca, específicamente en la zona de Puaicho, el tipo de pesca aquí desarrollado es de orilla y a través del uso de redes.

Finalmente el tercer lugar en que se efectúa esta actividad, es el lago Budi, aquí la pesca es llevada a cabo esencialmente por la población mapuche y el objetivo de la labor es el consumo familiar, el intercambio y en menor proporción la comercialización. Dentro de las especies que es posible conseguir en estas aguas está la lisa, la carpa y el huaiquil, especie que únicamente se da en este lugar. Cabe destacar que la práctica de pesca con redes en lagos, a excepción del Lago General Carrera, se encuentra prohibida (Fundación para la Superación de la Pobreza 1999).

Se ha promovido recientemente y expandido el desarrollo turístico en los sectores rurales (etno-turismo). Las iniciativas en esta área se han centrado en los sectores aledaños al lago Budi formándose la Asociación *Azilko Lewfu Budi*, compuesta por 21 familias, quienes formaron un circuito en el que es posible encontrar gastronomía típica, artesanía, visitas a rukas educativas y alojamientos en camping y cabañas. Además existen otras iniciativas de turismo ubicadas en Puerto Saavedra y en el sector de Boca Budi.

Por otro lado, la zona presenta un escaso desarrollo de proyectos de inversión, encontrándose sólo 19 Declaraciones de Impacto Ambiental en el registro del Sistema de

Evaluación de Impacto Ambiental<sup>9</sup>, entre las comunas de Saavedra, Teodoro Schmidt y Carahue, los que corresponden principalmente a proyectos de alcantarillado, plan de desarrollo urbano, y modificación del sistema de aguas servidas.

A partir de los datos del último CENSO (2002), se elaboraron los gráficos de la distribución de la población según actividad económica por comuna. Para esto, sólo se consideraron las categorías que tienen una representación mayor o igual al 4%.

Aproximadamente el 43% de la población de la comuna de Carahue (Fig. 26) se dedica a actividades agrícolas y ganaderas; a lo que le siguen las actividades de comercio al por menor, construcción y enseñanza.

La comuna de Teodoro Schmidt (Fig. 27), es la comuna que presenta mayor proporción de habitantes dedicados a las actividades agrícolas y ganaderas, alcanzado un 62% respecto de la población total comunal.

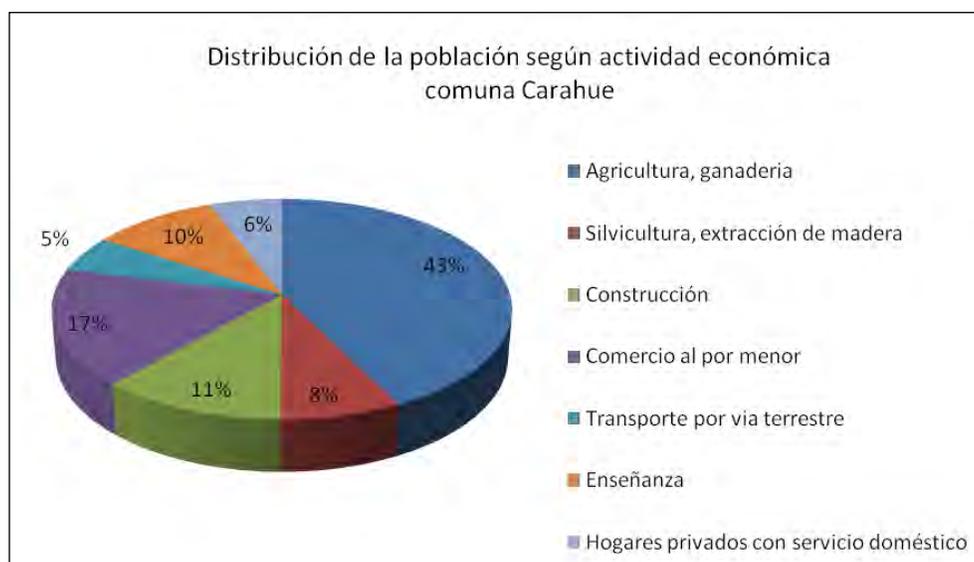


Figura 26: Población por actividad económica, comuna Carahue (INE 2002).

<sup>9</sup> <http://www.seia.cl>



Figura 27: Categorías por actividad económica comuna Teodoro Schmidt (INE 2002).

La comuna de Saavedra (Fig. 28), al igual que las demás comunas del borde costero presenta como actividad más importante la agricultura y ganadería, seguido del comercio al por menor y la enseñanza. Cabe destacar, que la pesca no fue considerada en este análisis ya que sólo presenta el 2,3% de representación a nivel comunal.



Figura 28: Categorías por actividad económica comuna Saavedra (INE 2002).

## 7.- Análisis ecosocial de la cuenca

### 7.1.- Identificación de actores locales

El manejo integrado de ecosistemas propone vías para el uso sustentable de los ecosistemas, el cual requiere ineludiblemente la identificación y el involucramiento de los diversos *actores* que conforman el ecosistema en estudio, en nuestro caso específico la cuenca del lago Budi. Basados en la metodología propuesta por el Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID, 2002) y en una revisión bibliográfica, los actores de la cuenca de lago Budi fueron clasificados en claves, primarios y secundarios; para los propósitos de identificarlos en relación con los objetivos ambientales propuestos más adelante para la cuenca (Tabla 12).

Por actor clave se entenderá como aquél que puede influenciar significativamente o que es importante para el éxito de un proyecto. Por actor primario, a todos aquellos grupos o individuos que son afectados por el desarrollo del proyecto ya sea como beneficiarios o como desfavorecidos. Finalmente, los actores secundarios corresponden a todos los otros individuos o grupos con un interés o rol intermedio en cualquier proyecto que contemple algún tipo de decisión política, de gestión o de aplicación de alguna norma a nivel de nación.

Es importante señalar que según los objetivos y/o etapas de un proyecto los actores sociales pueden cambiar de categoría; por ejemplo si se desea hacer una campaña de difusión o concientización de los problemas ambientales locales, los actores claves podrían ser las organizaciones locales y no los servicios públicos. La Tabla 12 muestra la clasificación de los actores sociales del lago. De estos, los actores clave participaron, en el marco de este proyecto, en un taller de modelación participativa, cuyos resultados se presentan más adelante.

Tabla 12: Clasificación de actores locales, cuenca lago Budi.

<b>Categoría</b>	<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Claves	Servicios públicos	Servicios del área ambiental, y de desarrollo (CONADI, DGA, CONAF, SAG, CONAMA, INDAP DIRECTEMAR, SERNAPESCA, SERPLAC, Seremi de Salud)
	Municipios	Comunas de Carahue, Teodoro Schmidt, Saavedra
Primarios	Organizaciones locales	Sindicato Pesquero Puerto Domínguez, Sindicato de Pescadores Ruka Leufu de Romopulli, Consejo de Werkenes
Secundarios	Organizaciones locales	Comunidad Huapi Budi, Comunidad Antonio Llancavil, Comunidad Rolonche, Consejo Comunal Mapuche de la Comuna de Puerto Saavedra
	Sociedad civil	Reúne a todas las demás personas de la sociedad de manera organizada o individual.

## 7.2.- Areas de Desarrollo Indígena, ADI-Budi

Según la clasificación utilizada, los miembros de los ADI se encontrarían dentro de la categoría de actores secundarios y/o primarios respecto del rol que estos poseen en la toma de decisiones políticas nacionales y en el tipo de relación que posean con el ecosistema (conservación, contaminación, etc.).

Si el objeto de estudio es cuantificar el impacto que estos ocasionan en el estado de los servicios ecosistémicos, estos estarían en la categoría de actores locales primarios, donde los impactos adversos que ellos provocan en el ecosistema (contaminación, extinción), se devuelven a ellos mismos, siendo afectados positivamente o negativamente por este cambio. Sin embargo, si el objeto es cuantificar su participación en la formulación de cualquier acción o plan a llevarse a cabo en el ecosistema del lago Budi, se encuentran en la categoría de actores secundarios. Dentro de la

cultura mapuche sin embargo, se consideran actores primarios a los werkenes, los cuales forman el Consejo de Werkenes y asisten a las reuniones convocadas por las autoridades y por actores secundarios las demás miembros indígenas las cuales son representadas a través de los werkenes.

Debido a que esta zona cumple con los requerimientos especificados en el párrafo 2°, artículo 26°, de la Ley Indígena ( N° 19.253), se establecieron en esta Región, específicamente en la cuenca del lago Budi, Áreas de Desarrollo Indígena. Los criterios que se tienen en cuenta para ello son: a) espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas; b) alta densidad de población indígena; c) existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas; d) homogeneidad ecológica, y e) dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

Las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) corresponden a espacios territoriales caracterizados por contar con una alta población indígena cuya presencia va acompañada directamente con extrema pobreza, homogeneidad ecológica y dependencia económica de sus recursos naturales. Su objetivo es que los órganos del Estado focalicen su acción en estos espacios. Las ADI constituyen uno de los instrumentos principales de la política indígena del Estado. No se ha analizado para este proyecto si esta política entra en conflicto con otras herramientas legales nacionales, como por ejemplo: la prohibición de la caza y la pesca, etc.

Las áreas de desarrollo Indígena del Lago Budi se ubican en toda la ribera del lago. Las poblaciones que habitan estas áreas han desarrollado históricamente actividades productivas relacionadas a los servicios ecosistémicos de la cuenca del lago Budi. Estas áreas comprenden gran parte de la comuna de Teodoro Schmidt y las localidades de Puerto Saavedra y Puerto Domínguez. El 77% de la población reside en zonas rurales y preferentemente a orillas del lago Budi, estas presentan características típicas de pobreza rural, en donde la producción que se desarrolla es destinada principalmente al autoconsumo, lo que se ajusta a una economía de subsistencia. Gran parte del territorio rural, corresponde a pequeños predios, la mayoría de ellos entre 4 y 20 ha, de propiedad individual o compartida ocupada por población mapuche, los cuales a su vez, forman parte de las 94 comunidades indígenas presentes en el área (Fig. 29).

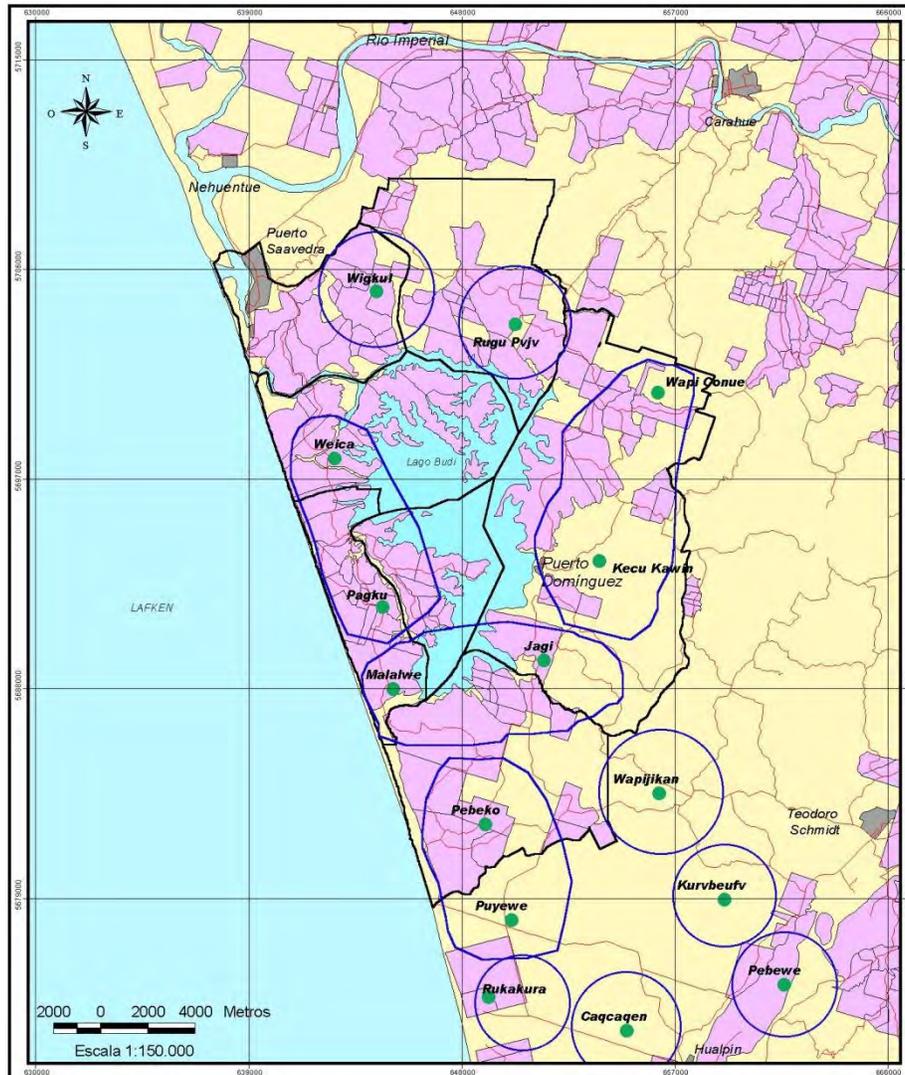


Figura 29: Distribución comunidades indígenas ADI-Budi (Mapa extraído del Atlas ADI-Budi, GAR-GTZ, 2002).

Existen numerosas cuestiones sociales y económicas que son de resolución urgente en esta zona. Sin embargo, este proyecto se refiere a aquellas que afecta en forma directa o indirecta, positiva o negativamente al ecosistema. Un ejemplo de estos corresponde a la ubicación de las viviendas, las cuales están ubicadas a orillas del lago y, que por lo general, presentan problemas de accesibilidad, debido al lomaje fuerte y así como también están expuestos a inundaciones en periodos invernales, todo tipo de actividad económica que se desarrolle en estas tierras influye en la calidad de las aguas del lago. Los principales problemas económicos identificados están relacionados con el uso de la tierra específicamente a la falta de capital y de tecnología, falta de créditos y asistencia técnica, falta de infraestructura de riego, caminos,

mercados internos y externos, entre otros. Sin embargo, son múltiples las agencias de gobierno que prestan apoyo técnico a los pobladores de la zona, encabezando la lista el INDAP, CONAF, FOSIS, entre otros (MIDEPLAN 1999). Se menciona este tema porque los efectos adversos a causa de malas prácticas agrícolas, desgaste del uso del suelo, sobre abono, causan efectos negativos en forma indirecta al ecosistema del lago.

Un 44% de la población tiene interés en reforestar la cuenca, pero con un objetivo económico más que de conservación (MIDEPLAN, 1999). El único inconveniente es que esta reforestación es viable con *Eucaliptus*, por poseer características de rápido crecimiento en uso doméstico, pero con un rol muy pobre en la compactación del suelo de las laderas. Otro aspecto es lo relacionado a la eliminación de residuos domiciliarios, los que no son tratados; estos se eliminan a pozos negros o fosas sépticas o a campo abierto. Ello acarrea una complicación tanto para el ecosistema como para las poblaciones, pues podría existir la posibilidad de contaminación de las napas freáticas, así como contaminación de las aguas del lago por escurrimiento (MIDEPLAN 1999).

Además del uso del suelo, el uso del agua, y del bosque, se encuentra la pesca. La pesca tanto de agua dulce como marina es una práctica importante de la zona. Sin embargo, esta se ha visto disminuida por el uso intensivo de este recurso. Entre las especies de preferencia se encuentran: *Cyprinus carpa* "carpa": pez de aguas continentales, introducido, no se encuentra en ninguna categoría de conservación; (CEA, 2005) lisa (*Mugil cephalus*): pez de ríos y estuarios, fuera de Peligro (Habit et al. 2006); huaquil o roncador (*Micropogonias furnieri*): pez de aguas continentales, vulnerable (Habit et al. 2006).

Un tema netamente social que puede afectar negativamente al lago es el analfabetismo (descrito anteriormente) y la pérdida de la cultura mapuche, pues en conjunto ambos capitales conforman lo que se conoce como el capital social, factor preponderante para el manejo integrado de los ecosistemas. Tanto el capital humano (educación y salud) como el capital cultural, se podrían aprovechar en acciones educativas concretas para capacitar a los pobladores a fin de mejorar su productividad económica y el uso sustentable de la cuenca (MIDEPLAN, 1999).

Actualmente, con la suscripción del Convenio 169 OIT<sup>10</sup>, será deber del Estado adoptar medidas para salvaguardar a las personas, instituciones, bienes, trabajo, cultura y el medio ambiente de las comunidades indígenas interesadas (Art. 4, N° 1) que habitan la cuenca del lago Budi.

### **7.3.- Factores sociales locales y su impacto en el ecosistema del lago Budi**

Desde el punto de vista económico, la falta de tierras destinadas a explotación agrícola produce sobre-explotación de las tierras disponibles y el consecuente desgaste del suelo que rodea al lago. El problema radica fundamentalmente en el tipo de estructura productiva tradicional, que se caracteriza por la escasa diversidad de cultivo, y es utilizado para autoconsumo o subsistencia, así como también por los sistemas productivos y tecnológicos utilizados marcadamente artesanales.

La alta densidad poblacional en el sector rural hace que la eliminación de desechos que habitualmente se vierten sobre los cuerpos de agua, actualmente sea un problema que afecta la calidad de las aguas, lo que eventualmente podría producir contaminación del agua del lago por *Escherichia coli* o por otros organismos patógenos propios de aguas contaminadas microbiológicamente. Ello a su vez afectaría a las personas que consumen el agua directamente y la utilizan para riego (Antimán & Martínez 2005).

Sin embargo, en base a las estadísticas entre los años 2005-2009 del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud, no se registran casos declarados de enfermedades como hepatitis, que puedan tener relación con la calidad de las aguas.

Por otro lado, muestreos (Tabla 13) realizados por ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP (2008), señalan que la concentración de coliformes fecales encontrada en diversos puntos del lago, está por debajo de la Norma Chilena 1333<sup>11</sup> que establece un límite de 1.000 coliformes

---

<sup>10</sup> <http://www.webhostingconadi.cl/convenio169/archivos/Convenio%20169%20OIT.pdf>

<sup>11</sup> Decreto N°11/84 del Ministerio de Salud. **Norma Chilena NCh 409/1. Of.84.**

fecales/100ml de agua, en aguas destinadas a regadío. No obstante, si esta misma agua se ocupa para consumo humano de manera directa, podría tener efectos negativos sobre la salud de las personas (la Norma Chilena 409<sup>12</sup> indica que el agua destinada al consumo debiera tener ausencia de coliformes fecales).

Tabla 13: Coliformes totales y fecales en el lago Budi.

Punto de muestreo	NMP	NMP
	Coliformes/100ml	Coliformes/100ml
	Totales	Fecales
	35°C	44,5°C
Boyeco	1.600	540
Puente Budi	49	33
Puaucho	110	110
Comue 2	280	220
Temo 1	350	350
Deume	49	29

Fuente: ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP (2008).

Las malas prácticas agrícolas, consistentes en abonar o sobre abonar el suelo en laderas de alta pendiente, hace que se produzca un enriquecimiento en nutrientes del agua, sobre todo con elementos nitrogenados y fosfatados (ver sección 5.2).

#### 7.4.- Factores ecológicos y su impacto en las sociedades humanas

La extinción de especies de bosque nativos de la zona ha generado una disminución de las prácticas culturales (i.e. machis). En la cultura mapuche la machi es considerada el vínculo principal entre el mundo sobrenatural de espíritus y deidades y el mundo real y humano (Bacigalupo 2003). Su rol más antiguo y documentado es la curación espiritual y su uso de hierbas

---

Determina los requisitos de orden fisicoquímico, radioactivo y bacteriológico que debe cumplir el agua para la bebida de seres humanos.

<sup>12</sup> Decreto N°11/84 del Ministerio de Salud. **Norma Chilena NCh 409/1. Of.84.**

Determina los requisitos de orden fisicoquímico, radioactivo y bacteriológico que debe cumplir el agua para la bebida de seres humanos.

medicinales. La forma de transmitir y enseñar este rol (machi) en la actualidad a los niños de los pueblos mapuches, se ha visto fuertemente afectada debido a que no cuentan con las especies vegetales (bosques y otros), que son los elementos naturales y fundamentales en la curación de los males y en el desempeño de las machis. Por otra parte, la extinción de especies acuícolas ha producido un empobrecimiento de las poblaciones sociales aledañas. Finalmente, el suelo se ha ido empobreciendo, debido a las prácticas agrícolas establecidas en los últimos años (i.e. cultivos intensivos) perdiendo su capacidad original de uso (e.g. vegetales y hortalizas).

De lo anterior se desprende que tanto los cambios en el ecosistema como en las poblaciones sociales que habitan este ecosistema están relacionados. Es posible verificar por ejemplo, a través de datos que el INE dio a conocer recientemente (31/09/2009), que en esta región se mantienen desde hace varios años las cifras de mayor cesantía en el país.

En estas condiciones cualquier plan estratégico de desarrollo local a implementar en el área deberá partir por permitir mejores condiciones sociales y económicas básicas (saneamiento, vivienda, pequeños mercados, etc.), así como medidas urgentes respecto al manejo integrado y protección de la cuenca donde se encuentra el lago. Se recomienda como una de las acciones urgentes la implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental<sup>13</sup>, ya que estas reconocen a la cuenca como la unidad básica de gestión ambiental, donde conviven múltiples usos e intereses de índole, ecológico, económico y social.

## **7.5.- Uso del recurso hídrico**

En la cuenca del lago Budi, existen 162 derechos de agua otorgados a 98 entidades desde el año 1992. Estas entidades se refieren a personas naturales, comunidades indígenas, asociaciones indígenas, comités de agua y pequeños agricultores, y empresas sanitarias. En la Figura 30 se muestra la distribución porcentual de los derechos de agua. Estos derechos son otorgados de los esteros y vertientes, principalmente de la parte oeste de la cuenca (Fig. 31).

---

<sup>13</sup> [http://www.sinia.cl/1292/articles-35169\\_anteproyecto\\_norma.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-35169_anteproyecto_norma.pdf)



Figura 30: Usuarios de los derechos de agua en la cuenca del lago Budi.

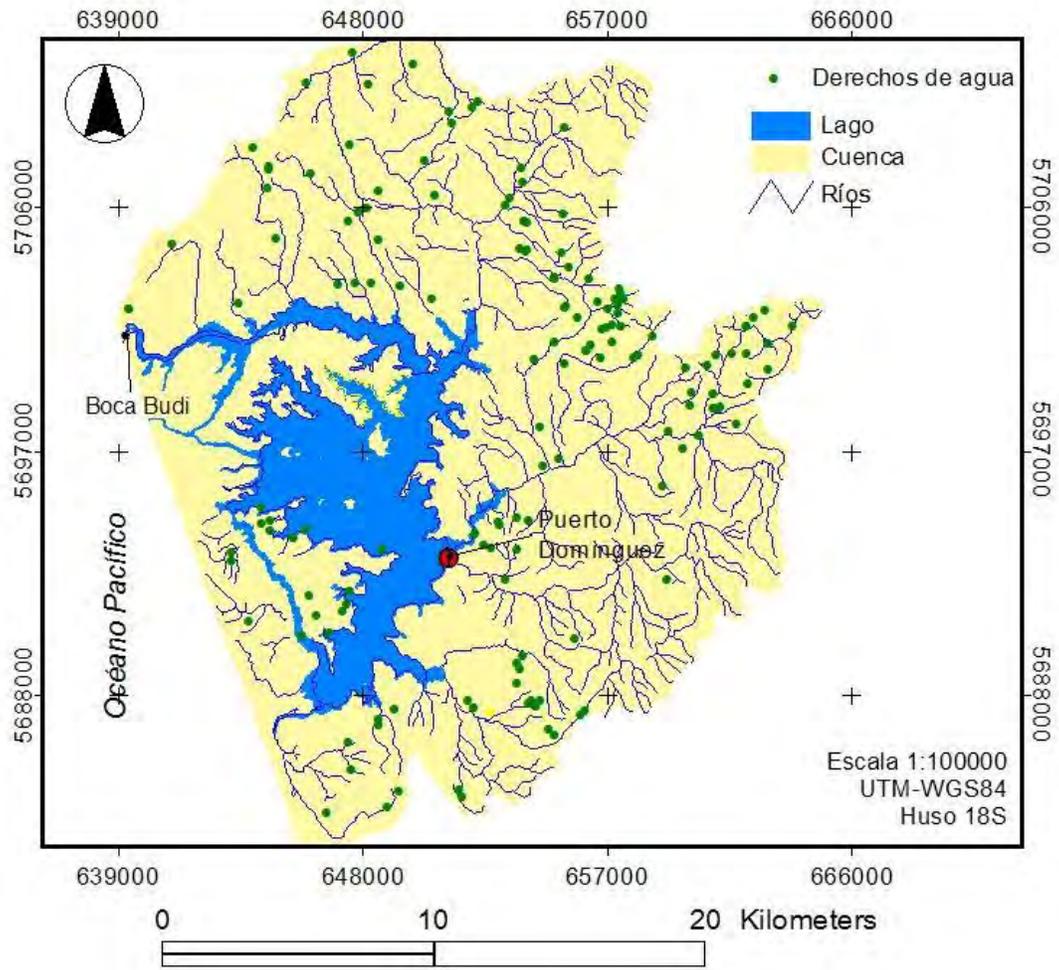


Figura 31: Mapa de derechos de agua en la cuenca del lago Budi.

## 8.- Bases para la propuesta de objetivos de calidad de agua

### 8.1.- Funciones y servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos representan los beneficios que trae para el hombre el funcionamiento de los ecosistemas (Costanza *et al.* 1997). La producción de un servicio dependerá por tanto de la estructura y de los procesos que componen un ecosistema particular. Es decir, está relacionado con los componentes vivos y no vivos que interactúan a través de flujos, como energía y nutrientes (De Groot *et al.* 2002). En un ecosistema la capacidad de los procesos y componentes ecosistémicos para generar servicios que satisfagan las necesidades humanas, es llamada función ecosistémica. Estas funciones dependen del estado del ecosistema, un ejemplo de ello es cuando un cuerpo de agua cambia de un estado oligotrófico a eutrófico, por lo que el ecosistema cambia de estructura y composición, dando lugar a otras funciones, que vistas desde una perspectiva ecológica no son necesariamente perjudiciales. Sin embargo, sí puede ocurrir que estas puedan ser percibidas por las sociedades humanas como distintas o diferentes, donde los usos de las sociedades cambian, adaptándose a esta nueva situación ecológico-social.

Según De Groot (2002) las funciones ecosistémicas se clasifican en forma general en cuatro categorías:

- a. *Funciones de regulación:* se refiere a la capacidad de los ecosistemas de regular procesos ecológicos y de permitir el desarrollo de los seres vivos a través de los ciclos biogeoquímicos. Estas funciones proveen de muchos servicios que benefician directa e indirectamente al hombre, como por ejemplo la producción de suelo, la retención de agua, el ciclado de nutrientes, prevención de la erosión del suelo, etc.;
- b. *Funciones de hábitat:* estas funciones proveen de refugio y hábitat para que los organismos pueden reproducirse, por lo tanto contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y genética, así como a los procesos evolutivos. Un ejemplo de

servicios proveídos por estas funciones son: la caza, debido a la capacidad del ecosistema de generar un hábitat apropiado para la reproducción de organismos;

- c. *Funciones de producción*: están constituidas por la capacidad de los organismos autótrofos para realizar fotosíntesis e incorporar nutrientes, produciendo como resultado una variedad de estructuras orgánicas las cuales son utilizadas por los productores secundarios aumentando su biomasa. Los ecosistemas proveen una gran variedad de bienes y servicios basados en las funciones de producción, como por ejemplo: la madera de los bosques, los combustibles fósiles, los recursos pesqueros, la agricultura, etc.;
- d. *Funciones de información*: constituyen la vía mediante la cual los procesos y la estructura de los ecosistemas son capaces de proveer oportunidades para la reflexión, el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo y la recreación, entre otros.

El aprovechamiento de los servicios ecosistémicos modifica la estructura y procesos ecosistémicos, lo que a su vez afecta a la calidad de los mismos. Por lo tanto, conocer la dinámica ecológico-social en relación a los beneficios que proveen las funciones ecosistémicas dentro de una cuenca, es fundamental para implementar acciones de gestión y objetivos de calidad ambiental acorde a los intereses y usos tradicionales de la población local. La relación entre los conceptos descritos anteriormente se representa esquemáticamente en la Figura 32.

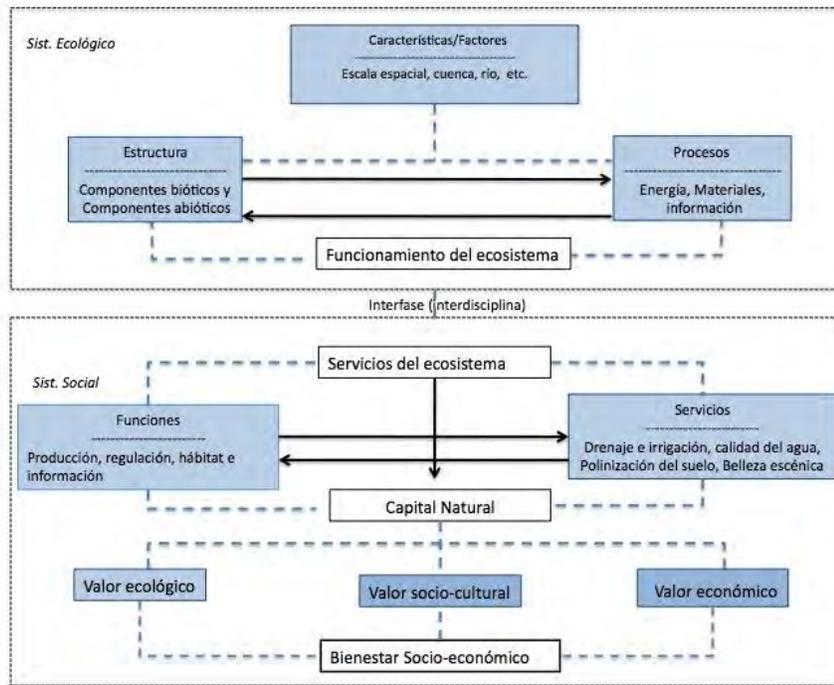


Figura 32: La figura muestra los componentes y relaciones que existen al observar la cuenca como un ecosistema. La estructura y procesos ecosistémicos generan las funciones ecosistémicas, las cuales a su vez generan recursos disponibles para la sociedad a través de los servicios ecosistémicos. Estos son utilizados por la sociedad, generando presiones de uso sobre la estructura y los procesos ecosistémicos.

## 8.2.- Identificación de servicios ecosistémicos

La identificación de los servicios ecosistémicos relacionados al Lago Budi y su cuenca, se hizo de dos formas: (1) por medio de un análisis bibliográfico, considerando los conceptos desarrollados en el punto anterior (identificación teórica) y (2) por medio de una consulta a actores claves (identificación participativa).

Para los objetivos de este proyecto, y basados en la revisión bibliográfica, se identificaron teóricamente los servicios ecosistémicos que se detallan en la Tabla 14, considerando las principales actividades económicas y domésticas que se desarrollan en la cuenca.

Tabla 14: Servicios ecosistémicos de la cuenca del lago Budi. Las funciones ecosistémicas (ver sección 8.1) corresponden a la tipología de De Groot et al (2002).

<b>Actividad/Uso</b>	<b>Servicios ecosistémicos</b>	<b>Función ecosistémica</b>
Pesca artesanal	Obtención de peces, calidad de los cuerpos de agua	Producción-Hábitat
Agrícola-Ganadero	Consumo de agua por animales, riego de cultivos, dilución de fertilizantes, capacidad de reproducción y crecimiento de cultivos	Producción-Hábitat-Regulación
Turismo	Uso de la cuenca para recreación (balnearios, navegación), aprecio paisajístico, avistamiento de avifauna	Información-Hábitat
Forestal	Capacidad de crecimiento de especies forestales, fertilidad del suelo, control de erosión y mantención calidad del agua	Producción-Regulación
Pisciculturas	Utilización componente hídrico para el proceso productivo, calidad de los cuerpos de agua	Regulación
Uso doméstico	Utilización componente hídrico para el consumo y utilización; capacidad de dilución de desechos domésticos	Regulación
Uso simbólico	El territorio y los cuerpos de agua son partes constituyentes de la cultura mapuche (i.e. Ngen-ko, Ngen-mapu)	Información

Fuente: Elaboración propia, en base al análisis bibliográfico

En cumplimiento de la segunda fase del Proyecto “Análisis del Impacto Económico y Social y Objetivos de Calidad Ambiental del Lago Budi” se realizó un taller de modelación participativa con los actores claves identificados para el ecosistema, según el rol que estos poseen en la generación de información y en la toma de decisiones (Delgado *et al.* 2009). Este taller tuvo como objetivo reunir a los tomadores de decisiones a nivel regional y comunal, además de centros académicos, de modo que propusieran ideas sobre el futuro del lago Budi y su cuenca. El taller se realizó el día 17 de Abril de 2009, en las dependencias del Ministerio de Obras Públicas en la

ciudad de Temuco. Los resultados del taller de modelación participativa se clasificaron en cuatro aspectos principales: servicios ecosistémicos, problemas ambientales, objetivos ambientales y manejo de la barra de arena.

Se identificaron las instituciones gubernamentales y académicas relacionadas con la toma de decisiones e investigación, sobre la cuenca del lago Budi (actores claves). A partir de esto se enviaron invitaciones vía correo electrónico y postal a las siguientes instituciones de la región: Municipalidad de Teodoro Schmidt, Municipalidad de Puerto Saavedra, Gobernación Marítima, DIRECTEMAR, INDAP, CONAF, SAG, CONAMA, DGA, Vialidad-MOP, SERPLAC, CONADI, SERNAPESCA, SERNATUR, Seremi Salud, Programa Orígenes y Universidad Católica de Temuco.

La estrategia utilizada durante el taller correspondió a la modelación conceptual por medio de pensamiento creativo o “brainstorming”. En la primera etapa, se respondieron las preguntas guías del taller (las cuales fueron enviadas con anterioridad a los participantes):

- ¿Qué representa para su institución el lago Budi y la cuenca en la que se encuentra?
- ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos que brinda el lago y que son utilizados por los actores locales?
- ¿Cuáles piensa UD que son los problemas ambientales que presenta el lago Budi?
- ¿Cuáles piensa UD que debieran ser los objetivos ambientales (sociales, económicos y ecológicos)?.
- ¿Qué piensa UD del manejo de la barra que se encuentra en la zona que se denomina boca Budi?

Las respuestas de los participantes fueron registradas a través de dispositivos de audio y escritas en papelógrafos puestos alrededor de la sala.

En la segunda parte del taller, se realizó la modelación conceptual participativa. Los participantes fueron divididos en 2 grupos. Cada grupo fue dirigido por un facilitador, el cual generó el modelo conceptual según los conceptos e interacciones emanados desde los participantes (Fig. 33).



Figura 32: Sesión de modelación participativa. Las fotografías A y B muestran la primera fase del taller (pensamiento creativo o brainstorming). En las fotografías C y D se puede apreciar la realización de la etapa de modelación participativa en los grupos de trabajo.

De las 17 instituciones invitadas (sin incluir DGA central), asistieron 11 (Tabla 15).

Tabla 15: Asistentes Taller de Modelación Participativa, 17 Abril 2009.

<b>Institución</b>	<b>Representante</b>
Prodesal- Municipalidad Teodoro Schmidt	Harry Mardones
Gobernación Marítima	Víctor Gutiérrez
Programa Orígenes	Linkoyan Collipal
Servicio Agrícola y Ganadero	Renato Arce
Corporación Nacional Forestal	Sergio Meza
Seremi Salud	Ana María Prado
Directemar	Juan Harries
UDEL-Municipalidad Puerto Saavedra	Daniela Hueramar
Sernatur	Alejandro Jerez
Obras Portuarias-MOP	Claudia Müller
DGA-Temuco	Eduardo Fuentes, Hugo Espinoza, Rodrigo Fuentes
DGA-Central	Antonia Rivas, Sonia Mena, Claudia Bruna, María Eugenia Molina, Mónica Musalem

Como conclusiones del taller se puede mencionar que la zona del lago Budi representa un desafío para las instituciones, dada su característica sociocultural, ecológica y geográfica. El sistema del lago Budi es una zona protegida de caza, presenta un sistema hidrodinámico complejo y una población social vulnerable, debido entre otras cosas a su limitado acceso a la salud. Por otro lado, la zona presenta un alto valor histórico, político y sociocultural; con atractivos turísticos y representa una fuente de trabajo y recursos económicos para sus habitantes. Los servicios ecosistémicos identificados por los participantes se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Servicios ecosistémicos de la cuenca identificados por los actores de Gobierno.

Servicios ecosistémicos	Función
Biodiversidad, Paisaje, Cultura, Recreación, navegación, transporte, religioso	Información
Consumo de agua para riego, para consumo humano, receptor de aguas servidas	Regulación
Pesca, pastoreo agricultura	Producción

Fuente: Taller de Modelación participativa, Temuco, 2009.

La principal diferencia entre los servicios ecosistémicos identificados teóricamente (Tabla 14) con aquellos identificados por los actores de Gobierno (Tabla 16), es que estos últimos no mencionan ningún servicio entregado por la actividad forestal ya que es una actividad principalmente realizada por grandes empresas y no se menciona que traiga algún beneficio para la sociedad local; tampoco se reconocen los servicios de regulación que afecta la actividad forestal. Lo mismo ocurre con las pisciculturas ya que esta actividad en particular ya no se realizaría en la zona. Otra diferencia importante es que los actores de gobierno mencionan el transporte como un uso relevante del lago, lo cual no se menciona en los textos revisados.

### 8.3.- Propuesta de objetivos ambientales

En esta propuesta hemos considerado los problemas ambientales identificados en la revisión bibliográfica, siendo algunas corroboradas por los actores locales claves así como por los muestreos limnológicos realizados en terreno. Para la clasificación de los objetivos ambientales se consideró el Artículo 31 del párrafo 2 del reglamento para la dictación de normas secundaria de calidad ambiental (DS 93, 1995) para lo siguiente abajo expuesto:

- Alteración significativa del patrón de distribución geográfica de una especie de flora o fauna o de un determinado tipo de ecosistema nacional, especialmente de aquellos que sean únicos, escasos o representativos, que ponga en peligro su permanencia, capacidad de regeneración, evolución y desarrollo;

- Alteración significativa en la abundancia poblacional de una especie, subespecie de flora o fauna, o de un determinado tipo de comunidad o ecosistema, que ponga en peligro su existencia en el medio ambiente;
  
- Alteración de los componentes ambientales que son materia de utilización por poblaciones locales, en especial plantas, animales, suelo y agua.

Se propone que los objetivos ambientales para el lago Budi y su cuenca deberían relacionarse al estado actual de este ecosistema así como en los servicios ecosistémicos identificados durante este proyecto por los grupos sociales que habitan el ecosistema y como los organismos de gobierno que juegan un rol en el manejo y fiscalización del ecosistema.

Teniendo como base el **Artículo 1** del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión; sobre la calidad del cuerpo de agua que la sociedad quiere que se proteja, mantenga o recupere en el río, de manera que en dicho curso de agua se salvaguarde el aprovechamiento del recurso y la protección y conservación de las comunidades acuáticas propias de cada cuerpo o curso de agua<sup>14</sup>; así como también el **Principio 4** de la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, que explicita que el desarrollo territorial de las cuencas, promoverá el uso sustentable de los recursos naturales, ya que éstos constituyen la base de las actividades humanas y ecosistémicas, en beneficio de las generaciones actuales y futuras<sup>15</sup>, se propone que los objetivos ambientales deberían apuntar a conservar y/o mejorar el estado actual del ecosistema, sumando los servicios ecosistémicos que la sociedad quiere que se mantengan y/o recuperen, considerando la factibilidad de que esto suceda.

#### 8.3.1.- Identificación de problemas ambientales

En base a la revisión bibliográfica, podemos señalar que los principales problemas ambientales que afectan a la cuenca del lago Budi corresponden al deterioro y erosión de suelos

---

<sup>14</sup> [http://www.sinia.cl/1292/articles-35169\\_anteproyecto\\_norma.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-35169_anteproyecto_norma.pdf)

<sup>15</sup> [http://www.eclac.org/dmaah/noticias/paginas/8/27608/1\\_ana-lya.pdf](http://www.eclac.org/dmaah/noticias/paginas/8/27608/1_ana-lya.pdf)

producto de las prácticas agrícolas y forestales, contribuyendo a la eutrofización y embancamiento del lago Budi (Tabla 17). Los problemas ambientales marcados con (\*) son aquellos que fueron corroborados por los participantes al taller de modelación participativa (ver sección 8.2).

Tabla 17: Problemas ambientales identificados para la cuenca del lago Budi.

<b>Problema ambiental</b>	<b>Causa/Origen</b>
Erosión de suelos *	Sobrepastoreo, rotación de cultivos, quemas
Pérdida superficie de suelos *	Expansión urbana
Deterioro de ríos *	Extracción de áridos
Sobreutilización suelos, contaminación difusa *	Sobrepastoreo, prácticas agrícolas
Pérdida vegetación *	Expansión agricultura, sobrepastoreo, extracción leña, quemas
Disminución capacidad infiltración de suelos	Expansión agricultura, sobrepastoreo
Incremento áreas dunarias *	Deforestación
Embancamiento de ríos *	Deforestación
Eutrofización cuerpos de agua *	Falta tratamiento de aguas servidas, contaminación difusa (fertilizantes)
Contaminación cuerpos de agua *	Basura
Incorporación flora exótica	Plantaciones, poca fiscalización
Reducción de las poblaciones de peces nativos	Pesca intensiva, cambio histórico de pesca extensiva a pesca intensiva. Pesca y caza clandestina.
Reducción de suelos pantanosos naturales, por drenaje de ellos.	Expansión zonas agrícolas

Fuente: Van Brakel, 2000; GEF, 2001; Hauenstein *et al.*, 2002; Smith-Ramírez *et al.*, 2005; Antimán y Martínez, 2005; Peña-Cortez 2006a y b.

### 8.3.2.- Identificación de objetivos ambientales

La literatura consultada muestra que se han propuesto tres objetivos ambientales para el Lago Budi:

- Mejoramiento de prácticas agrícolas
- Aplicación de mejoras en planes de ordenamiento forestal
- Identificación y fiscalización de fuentes de contaminación

Adicionalmente, los participantes del taller de modelación participativa (actores claves), identificaron 15 objetivos ambientales, que posteriormente fueron separados en objetivos y acciones, para luego ser priorizados para evaluación económica. Los resultados de este proceso, incluyendo la separación de las acciones respecto de su período de implementación se muestran en la Tabla 18.

De los objetivos ambientales descritos en la Tabla 18, se escogieron dos, debido a que fueron los más recurrentes durante el taller de modelación participativa, para generar un modelo detallado DPSIR (ver secciones siguientes): desarrollo sustentable y recuperación del flujo natural de la red hídrica.

Tabla 18: Objetivos y acciones ambientales para el Lago Budi de acuerdo a la literatura y la modelación participativa de actores sociales clave (\*= priorizado para evaluación económica).

OBJETIVOS AMBIENTALES		ACCIONES	Implementacion
INTER-ÁMBITO	<b>OBJETIVO BASE</b>  <b>Lograr un desarrollo sustentable de la cuenca</b>	<b>Generación de un Plan de Gestión Ambiental sustentable de la cuenca del lago Budi</b>	<b>Largo Plazo</b>
	- <i>Desarrollo de investigación y conocimiento en temas relevantes</i>	Actualización de Línea Base, estudios específicos	Mediano Plazo
	- <i>Coordinar los diversos usos de la cuenca</i>	Implementación de un Plan de Ordenamiento Territorial	Largo Plazo
		Identificación de zonas de riesgo ambiental (zonas propensas a inundaciones, derrumbes, u otros)	Mediano Plazo
ÁMBITO SOCIO/ECONÓMICO	- <i>Informar sobre diagnóstico medioambiental</i>	Elaboración de material educativo*	Corto Plazo
		Actividades de sensibilización ambiental	Mediano Plazo
	- <i>Incentivar la participación de las comunidades locales</i>	Inclusión en la realización de acciones desde fase inicial	Largo Plazo
	- <i>Promover mejoras en las prácticas productivas</i>	Financiamiento, capacitación y seguimiento del logro del objetivo	Largo
	- <i>Generar alternativas productivas para la población</i>	Promoción de actividad turísticas /Creación oportunidades de desarrollo local	Mediano Plazo
		Fortalecimiento de capacidades en actores locales	Mediano Plazo
ÁMBITO ECOLÓGICO	- <i>Promover la conservación de la Biodiversidad</i>	Conservación de Humedales (flora y fauna )	Largo Plazo
	- <i>Mejorar y/o conservar la calidad en aguas*</i>	Catastro de fuentes puntuales y difusas	Corto Plazo
		Tratamiento de aguas servidas	Largo Plazo
		Implementación de NSCA, monitoreo	Largo Plazo
		Reforestación de riberas y laderas de cerros	Mediano Plazo
- <i>Recuperación del flujo natural de la red hídrica*</i>	Manejo de la barra	Largo Plazo	

## 8.2.- Modelo DPSIR<sup>16</sup> del objetivo ambiental desarrollo sustentable local

Las alternativas de desarrollo sustentable local así como la evaluación de las condiciones de manejo de la barra del río Budi (ver sección 8.3) se analizaron por medio del Modelo DPSIR (Fuerza, Presiones, estado, Impacto, respuesta). Este modelo, por sus siglas en inglés (Drivers, Pressures, State, Impacts, Responses), es una herramienta conceptual que permite describir, analizar y focalizar acciones de respuesta a los conflictos y problemas ecológicos-ambientales de un área geográfica determinada (EEA, 1998; Turner *et al.* 2003). El modelo DPSIR (Fig. 34) muestra que existen drivers o conductores que impulsan el o los cambios sobre el estado de un sistema ecológico, a través de las presiones que los usuarios o actores ejercen sobre éste; generando impactos, los que posteriormente influyen en las respuestas de la sociedad (políticas), las cuales tienden a contrarrestar el efecto de las presiones, a través de la generación de nuevas normativas y elaboración de planes de manejo, entre otras acciones. Se considera como **driver o conductor** a cualquier proceso o factor natural ó antrópico, que induzca directa o indirectamente cambios en un ecosistema o FES-Sistema. Estos pueden ser: **Drivers directos**: corresponden a los factores o procesos que influyen directamente la dinámica del FES-Sistema, a partir de esto los cambios producidos pueden ser medidos localmente. **Drivers indirectos**: procesos o factores que inciden en los drivers directos.

El modelo de DPSIR para el lago Budi (Fig. 34), que se describe a continuación, se construyó a partir de la información bibliográfica y los resultados de la modelación participativa de los actores claves. En este modelo también es posible visualizar las escalas espaciales a los cuales ocurren los sucesos. Los forzantes o conductores de cambio (drivers) para la cuenca del lago Budi se encuentran divididos en directos e indirectos, los cuales pertenecen principalmente al área de las intervenciones y regulaciones estatales a nivel regional y local, así como también al área del saneamiento y acceso a la salud. Los conductores de cambio identificados, generan presiones como: el cambio de uso de suelo, intensa actividad agrícola, deforestación, sobre carga animal, aglutinamiento y sobrepoblación. Estas presiones de escala local, producen cambios en el estado del sistema ecológico (escala local). Dichos cambios están constituidos por: disminución de la

---

<sup>16</sup> Drivers, Pressures, State, Impacts, Responses

cobertura de bosque nativo, efectos sobre la calidad del agua, introducción de especies exóticas y efectos sobre la biodiversidad. De este modo, el cambio en el estado del sistema ecológico ha generado impactos a escala local en diversos aspectos del ámbito ambiental y socio-económico, tales como: deterioro cultural, pobreza, salud humana, erosión, contaminación de los cuerpos de agua, cambio en los servicios ecosistémicos. Frente a estos impactos los organismos gubernamentales han generado respuestas, tendientes a mitigar los impactos y regular el estado del componente ecológico. Dentro de estas respuestas se considera la generación de subsidios (e.g. agrícolas), las intervenciones sociales (e.g. programas para la superación de la pobreza), la protección a la biodiversidad (e.g. declaración de zona libre de caza), la creación de programas de turismo (e.g. turismo rural) y el manejo de la barra que obstruye la desembocadura directa al mar. Es posible concluir que aparece como un forzante importante la falta de un Plan de Ordenamiento Territorial, que está afectando a través de las presiones, un cambio en el estado del ecosistema.

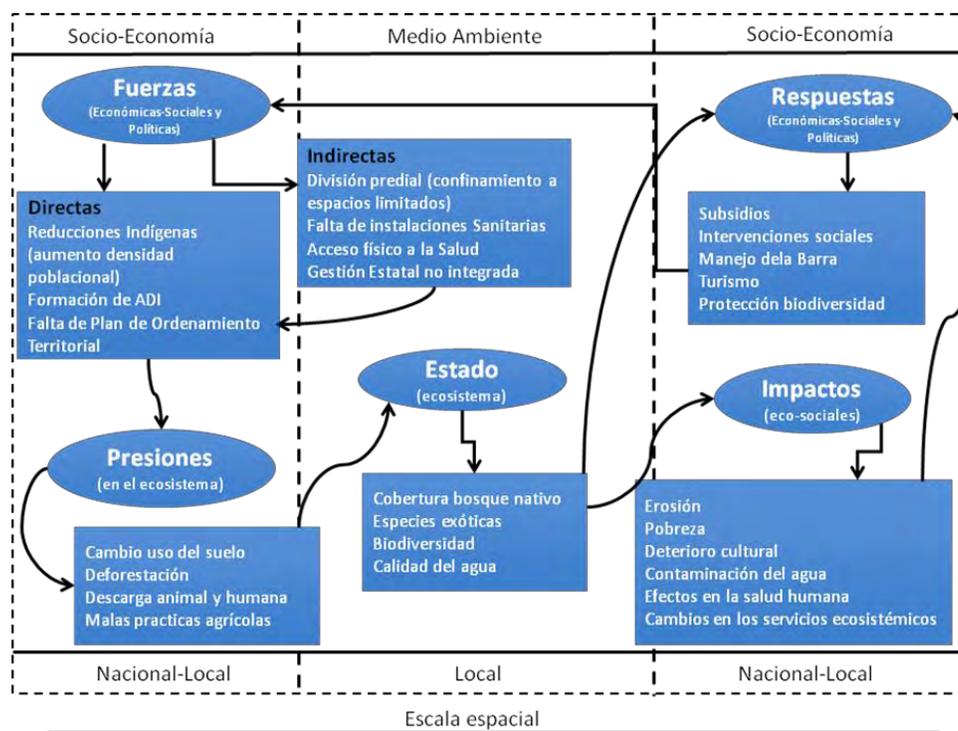


Figura 33: Modelo DPSIR para el análisis de la cuenca del lago Budi. La ubicación de los componentes señala la escala espacial (eje inferior) y el componente del FES-Sistema al que corresponden (eje superior).

### **8.3.- Modelo DPSIR del objetivo ambiental recuperación del flujo natural de la red hídrica por medio del manejo de la barra de arena.**

La apertura de la barra de arena que separa al lago Budi del océano hace que estos sistemas se unan desde fines de otoño (mayo) hasta comienzos de primavera (septiembre – octubre) (Antimán y Martínez, 2005). La Figura 35 muestra el modelo DPSIR relacionado a este proceso. Mientras la barra está cerrada se produce la inundación de las zonas bajas del lago, convirtiéndose este en un forzante directo, que modifica el nivel de las aguas del lago. Factores indirectos que condicionan esta práctica son: la presión social debido al aumento de las precipitaciones en lago, aumentado el volumen del lago, provocando inundaciones en los terrenos aledaños a la ribera del lago. Dichos forzantes generan la presión de manejar la barra, con el fin de recuperar las tierras bajas del lago para ser utilizadas para pastoreo. El manejo de la barra genera así cambios en el nivel del agua del lago como fluctuaciones en la oxigenación, así como también el lago queda expuesto a la influencia de las mareas. Consecuentemente el cambio en el estado ecosistémico del lago produce algunos impactos ecológicos como: drenaje de humedales, migración de aves, aumento de la carga animal. Frente a esto, la respuesta ha sido más bien pasiva por parte de las comunidades y organismos del Estado, es decir no ha habido estudios anteriores respecto de la dinámica, ecológico-social del sistema sólo se espera que la barra se forme nuevamente.

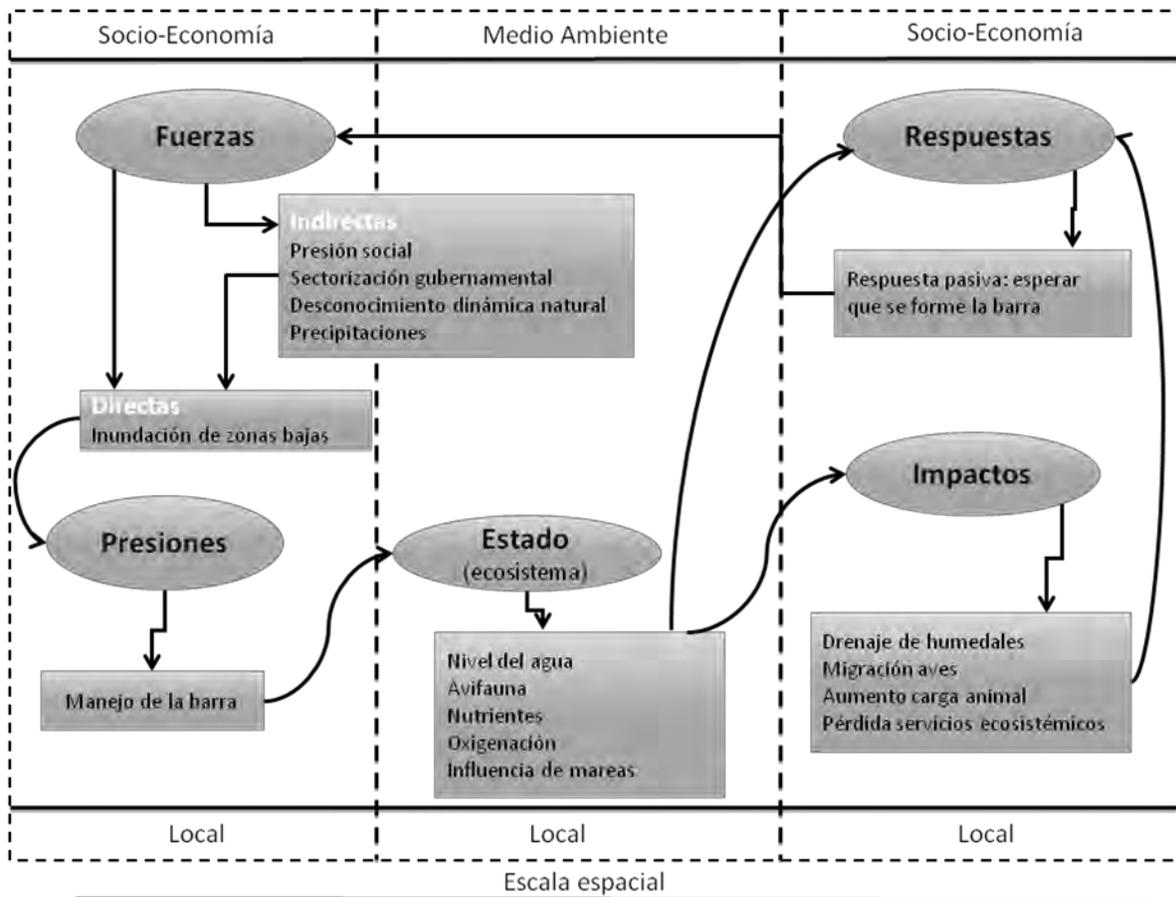


Figura 34: Modelo DPSIR en base al manejo de la barra. La ubicación de los componentes señala la escala espacial (eje inferior) y el componente Sistema Físico-Ecológico-Social al que corresponden (eje superior).

#### 8.4.- Evaluación socio económica de los objetivos ambientales y de calidad de agua

La Tabla 19 muestra la lista de objetivos ambientales y acciones específicas seleccionadas por la contraparte técnica (DGA) a partir de los resultados de este proyecto (Tabla 18) para ser consideradas para una evaluación económica-social preliminar. Las acciones seleccionadas incluyen períodos de implementación de corto, mediano y largo plazo dentro de los objetivos del ámbito ecológico y del socioeconómico. La selección, considerando la labor que le corresponde a la contraparte y habida consideración que la discusión de objetivos relacionados al desarrollo sustentable excede a su ámbito de acción, aparece como apropiada en pos de contar con un sistema ecológico sano.

Tabla 19: Objetivos ambientales priorizados.

<b>Ambito</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Acción</b>
Socioeconómico	Informar sobre diagnóstico ambiental	Elaboración de material educativo
Ecológico	Mejorar y/o conservar la calidad de aguas	Catastro de fuentes puntuales y difusas Tratamiento de aguas servidas Implementación de NSCA, monitoreo Reforestación de riberas y laderas de cerros
	Recuperación del flujo natural de la red hídrica	Manejo de la barra

##### 8.4.1.- Ambito socioeconómico

Como parte del ámbito socioeconómico, y dentro del objetivo de educar e informar a la comunidad y a otros organismos de gobierno sobre trabajos tipo diagnóstico ambiental, es de

importancia el desarrollo y elaboración de materiales impresos. A continuación se entrega la valoración económica (Tabla 20) de la eventual elaboración de material de educación y difusión, en este caso específico, libros y folletos. El o los materiales impresos varían de acuerdo al número de hojas, y a la calidad de la impresión. Cuando se lleva a cabo un diagnóstico ambiental o una evaluación científico-técnico de un ecosistema o sistema eco-social, lo más común, es realizar folletos o trípticos, pues la idea de estos es transmitir de forma sencilla conceptos relevantes de los resultados de una actividad específica. Cuando se quiere influir en la conducta a través de transmitir conocimiento e información lo hace a través de la escritura de libros, estos pueden contener información, así como ejercicios y/o ejemplos de cosas que se pueden hacer para revertir conductas aprendidas y reaprender acciones específicas en beneficio, por ejemplo, de otros ámbitos ajenos a lo social como lo ambiental o ecológico.

Tabla 20: Montos estimados materiales educativos y de difusión.

<b>Duración</b>	<b>Actividades asociadas</b>	<b>Monto estimado</b>
Corto plazo	Elaboración e impresión de folleto (1000 unidades)	\$3.500.000
Largo plazo	Elaboración e impresión de un libro (500 unidades)	\$6.500.000
<b>Total</b>		<b>\$10.000.000</b>

Los montos arriba señalados corresponden a valores de referencia a libros y folletos cotizados por el LME, considerando 500 y 1000 unidades.

El beneficio social más importante de esta acción es contar con una sociedad más informada y conciente de los impactos de las acciones humanas sobre la naturaleza. Así también, si esta es aplicada a largo plazo, puede contribuir a re-educar a la población respecto de acciones más sustentables acordes a la conservación de la calidad del agua y de la biodiversidad del ecosistema.

#### 8.4.2.-Ambito ecológico

Dentro del ámbito ecológico se destacaron dos objetivos los que corresponden a: mejorar y/o conservar la calidad de aguas y por otro lado, a la recuperación del flujo natural de la red

hídrica. A continuación se presenta la estimación económica y los beneficios sociales asociados a cada una de las acciones contempladas para ambos objetivos.

#### *8.4.2.1.- Acción: catastro de fuentes puntuales y difusas*

El catastro de fuentes puntuales y difusas dentro de la cuenca es el paso inicial para tomar medidas paliativas y/o de manejo sobre la calidad de agua. De acuerdo a los resultados del presente proyecto, el lago Budi se encuentra en un estado eutrófico. Esto hace necesaria la realización de un estudio de balance de masas de nutrientes para establecer cuáles son los sistemas (suelos degradados, ecosistemas naturales, áreas rurales o agrícolas) que aportan elementos que hacen que el lago, se encuentre en este estado trófico (eutrofización) , y cuáles son las fuentes de estos aportes ajenos al sistema. Para esto es necesario realizar un catastro de las fuentes puntuales y difusas presentes en la cuenca y acoplarlo a un modelo biofísico de la cuenca, para establecer cuáles son los puntos donde hay una mayor entrada de sedimentos/nutrientes dado las actividades que se realizan, el tipo de suelo y el uso/cobertura del suelo.

Este trabajo debe incorporar al menos los siguientes pasos:

- a. Catastro de fuentes puntuales: Pozos, desagües, industrias.
- b. Catastro de fuentes difusas: Número de cabezas de ganado. Cantidad y tipo de fertilizantes utilizados en la agricultura.
- c. Modelo de elevación digital de la cuenca.
- d. Modelo de permeabilidad del suelo.

Para realizar este presupuesto (Tabla 21) se consideró exclusivamente la utilización de información secundaria disponible en servicios públicos como SAG (programa SIRDS, Censo Agropecuario), municipalidades, proyecto GAR ADI-BUDI, entre otros.

Tabla 21: Montos estimados para catastro de fuentes puntuales y difusas.

<b>Duración</b>	<b>Actividades asociadas</b>	<b>Monto estimado</b>
1 mes	Recopilación de información secundaria	\$1.500.000
2 meses	Generación de cartografías de fuentes puntuales y difusas	\$3.000.000
2 semanas	Validación de la información en terreno	\$2.500.000
1 mes	Generación de modelo de contaminación difusa y balance de masas	\$3.000.000
<b>Total</b>		<b>\$10.000.000</b>

Este presupuesto incluye todos los costos profesionales y de terreno operativos, bajo el supuesto de que existe toda la información necesaria, disponible y actualizada. Los valores son específicos para las actividades propuestas en esta área.

Los beneficios de este proyecto se relacionan con la generación de información para la toma de decisiones. Para fiscalizar, monitorear o aplicar normas, permitiendo, entre otras cosas, dirigir medidas de control en sitios más vulnerables del sistema ecológico y/o social.

#### *8.4.2.2.- Acción: tratamiento de aguas servidas*

El tratamiento de aguas servidas en la cuenca del lago Budi, según comunas, está cubierto en un 61,8% para el sector urbano de la comuna de Carahue y en un 42,6% para la zona urbana de la comuna de Puerto Saavedra (2.679 personas, INE 2002). Según la Declaración de Impacto Ambiental del Sistema de Tratamiento de las Aguas Servidas de Puerto Saavedra, éste considera equipamiento de planta elevadora, línea de impulsión, línea de descarga y planta de tratamiento.

Cabe señalar, que en el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de la comuna de Puerto Saavedra, se establece como prioridad la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas y sistema de alcantarillado para la localidad de Puerto Domínguez, esto con el objeto de disminuir los vertidos en el lago Budi. Dicha localidad con una población cercana a los 2.000 habitantes, representa el mayor centro poblado a orillas del lago Budi. Sin embargo, tal acción solo

permitiría reducir la contaminación de las napas freáticas que alimentan al Lago Budi, pero con un efecto menor en la remoción de nutrientes.

A continuación se presenta una estimación del costo (Tabla 22) aproximado que tendría la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas para 2.000 personas. La estimación se realizó en base al costo señalado para la planta de tratamiento de aguas servidas de Puerto Saavedra, la cual cubre una población de 2.679 personas. Dicha planta tuvo una inversión de U\$1.310.000<sup>17</sup>. Lo que significa un costo per cápita de U\$489, que para Puerto Domínguez correspondería a un total de U\$978.000 mas los costos operacionales detallados en la Tabla 23.

Tabla 22: Montos estimados para inversiones en tratamiento de aguas servidas.

<b>Duración</b>	<b>Actividades asociadas</b>	<b>Monto estimado</b>
Largo plazo	Construcción planta tratamiento de aguas servidas sector Puerto Domínguez	U\$978.000
<b>Total</b>		<b>U\$978.000</b>

Respecto a los costos de operación que podría tener un sistema de tratamiento de aguas servidas, cabe destacar que estos no son presentados en las Declaraciones de Impacto Ambiental, por lo cual a continuación se presenta una estimación realizada por Sandino (2007) en Carrasco (2007), según tres alternativas de tratamiento (Tabla 23).

Los beneficios sociales de esta acción radican en prevenir la contaminación de las napas freáticas y del suelo, lo que contribuiría a habitar un medio ambiente más limpio y específicamente a la conservación de reservas de agua dulce de la microcuenca.

<sup>17</sup> <https://www.e-seia.cl/documentos/documento.php?idDocumento=370707>

Tabla 23: Costos de Operación para Distintas Alternativas de Tratamiento

Tipo de costo	Unidad	Configuración del Tratamiento		
		Primario + Lodos Activados	CEPT + Lodos Activados	CEPT
Por caudal volumen tratado	Mill US\$/m <sup>3</sup>	0,068	0,074	0,057
Por habitante	US\$/hab	5,2	<b>5,7</b>	4,4

\*CEPT: Tratamiento físico químico de aguas servidas. El valor en negrita corresponde a la planta de tratamiento de referencia considerada (Puerto Saavedra).

#### 8.4.2.3.- Acción: implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental y acciones de monitoreo

A continuación se detallan algunos montos de referencia (Tabla 24) para la implementación de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental en el lago Budi y un eventual Plan de descontaminación. Sin embargo, se recomienda que este no sólo abarque el lago Budi y su micro-cuenca, sino la cuenca del río Budi, a fin de recoger información de toda la cuenca en el que está inserto el lago y que afecta a este sistema específico.

Tabla 24: Montos estimados para implementación NSCA.

Duración	Actividades asociadas	Monto estimado
	Costo línea base	\$20.000.000/una vez
	Costo de operación	\$21.200.000/anual
	Elaboración AGIES	\$2.000.000 –\$ 5.000.000
	Plan de descontaminación (e.g. Fósforo total)	\$1.271.200.000/anual
	<b>Total</b>	<b>\$1.317.400.000</b>

El costo referencial de operación, corresponde a lo señalado para la implementación de la norma secundaria de calidad ambiental del Lago Llanquihue (CONAMA)<sup>18</sup>. Para la elaboración del AGIES se han tomado como referencia los montos invertidos para las licitaciones del AGIES de la

<sup>18</sup> [www.sinia.cl/1292/articles-46943\\_FE\\_Folio\\_695\\_701V.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-46943_FE_Folio_695_701V.pdf)

cuenca del río Aysén (Tironi et al. 2006) y de la cuenca del río Baker (LME, 2008<sup>19</sup>). Ante la aplicación de un eventual Plan de Descontaminación, el costo de este dependerá del parámetro y de las acciones que se establezcan, es por esto que para fines de estimar un monto aproximado, se ha señalado el valor estipulado como referencia (sobre estimado) para el lago Llanquihue (CONAMA)<sup>20</sup>, considerando el Fósforo total. Cabe señalar que dentro de los beneficios de implementar una NSCA, según CONAMA<sup>21</sup>, son: reducción de los costos de tratamiento de agua para consumo humano, fomentar el consumo de agua potable, aumento del valor de las propiedades (valor escénico), incremento e inversiones turísticas, mantención e biodiversidad y servicios ambientales del sistema lacustre, entre otros.

Los beneficios sociales radican en coordinar acciones concretas relacionadas a la cuenca del río Budi, de la que es parte el Lago Budi. Estas se relacionan a la mantención de los servicios ecosistémicos que la gente utiliza. Así como al control de la contaminación, factor importante ya que las aguas del Budi se utilizan para regar predios y para uso doméstico, lo que a su vez permitiría la mantención de la biodiversidad de este ecosistema.

#### *8.4.2.4.- Acción: reforestación de riberas y laderas de cerros con especies nativas*

La erosión de los suelos en la cuenca de río Budi, es un tema discutido y comprobado en diversos estudios, como uno de los principales problemas en esta cuenca. Esto limita la capacidad productiva de los suelos, y provoca un fuerte arrastre de sedimentos y nutrientes hacia el lago Budi, provocando una desmejora progresiva en la calidad del agua (González 2000; Peña-Cortés et al 2006a, Peña-Cortés et al. 2006b).

A pesar que el control de la erosión depende de mejoras en las prácticas de manejo de los recursos en toda la cuenca (lo que implica un manejo integrado de las variables físicas, ecológicas y sociales involucradas en el desarrollo de los procesos productivos que se dan en ella); realizar programas a mediano plazo, permitirían a futuro mejorar el estado del sistema.

---

<sup>19</sup> <http://ecosistemas.uchile.cl/baker/>

<sup>20</sup> [www.sinia.cl/1292/articles-46943\\_FE\\_Folio\\_695\\_701V.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-46943_FE_Folio_695_701V.pdf)

<sup>21</sup> [www.sinia.cl/1292/articles-46943\\_FE\\_Folio\\_695\\_701V.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-46943_FE_Folio_695_701V.pdf)

Un programa de reforestación de riberas y laderas de cerros se justifica puesto que una de las funciones ecológicas más importantes de la vegetación riparianas discutidas en la literatura científica, es la capacidad de inmovilizar los sedimentos arrastrados por la escorrentía superficial desde sectores terrestres, reteniendo nutrientes y especies de metales pesados (aunque esta función depende del régimen de pluviosidad, las estaciones del año, el tipo de suelo, y la composición vegetal). Por otra parte, la cubierta vegetal proporciona protección a la erosión hídrica ya que estabiliza (compacta), minimizando la pérdida de nutrientes y el arrastre de sedimentos. También pueden ayudar a mejorar la disponibilidad de nutrientes en los suelos, en diferente grado dependiendo de la especie (Naiman et al. 2005, Wen-tzu et al. 2008)

Además de los beneficios que entrega la reforestación en el manejo de la erosión, es importante destacar algunos de los servicios que entregan las especies nativas como por ejemplo: mantención del ciclo hidrológico, regulación de temperatura, hábitat para la biodiversidad, entre otros (Jacobson 2009). La reforestación con especies nativas se diferencia de reforestación con especies exóticas (pino y eucaliptos), ya que estas últimas contribuyen a la desecación de los suelos por su alta tasa de evapotranspiración, y muchas veces al aumento de la erosión dado por la práctica de tala rasa (Muñoz-Pedreros 2003, Lara et al. 1995). Sin embargo, también se debe tener en consideración que las especies exóticas usadas crecen más rápido (e.g. 15 años para *Pinus radiata*) que las especies nativas (e.g. *Nothofagus pumilio* > 50 años).

Es importante destacar que este tipo de plan debe realizarse en común acuerdo con los propietarios de los terrenos, y velar por no perjudicar alguna de sus actividades económicas. Dado que la principal actividad económica que se desarrolla en las orillas del lago Budi es la agricultura, se recomienda que este programa se acople a un programa de mejoramiento de las prácticas agrícolas. Esto debido a que la reforestación de orillas implica la pérdida de terreno de cultivo para los propietarios, por lo tanto, primero se debe asegurar que los implicados no se vean afectados negativamente, generando nuevas alternativas que mejoren la calidad o cantidad de los productos en base a métodos más sustentables.

El Programa de reforestación debe incluir al menos las siguientes etapas:

- a. Identificación de las zonas degradadas y zonificación de áreas prioritarias para la reforestación. Esto se puede realizar en base a un modelo de erosión de la cuenca.
- b. Caracterización biofísica de los sitios prioritarios para establecer la viabilidad de la reforestación en base a las actuales condiciones de degradación (características químicas de los suelos), características climáticas, disponibilidad de agua, definir las especies más apropiadas para reforestar, temporalidad de crecimiento.
- c. Campaña de educación para sensibilizar a la población respecto al efecto de la erosión sobre la calidad del agua.
- d. Identificar a los propietarios de los sitios prioritarios identificados e incentivar su participación en el programa.
- e. Identificar sitios apropiados para el establecimiento de los viveros y para la reproducción de los árboles.
- f. Construcción de viveros.
- g. Capacitación para la reproducción de las especies y posterior trasplante y cuidados.

Los valores entregados para dicha actividad corresponden a datos referenciales obtenidos del proyecto: “Establecimiento de un vivero comunal de plantas nativas destinado a la conservación de 190 há degradadas vinculado a un programa de extensión a Pequeños propietarios de la comuna de Yumbel, secano interior de la provincia de Bío Bío, región del Bío Bío”<sup>22</sup>.

Los valores más abajo detallados (Tabla 25) corresponderían a la instalación de un vivero forestal de 1300 m<sup>2</sup>, para la replantación de 100 há de especies nativas (o 34.000 plantas aproximadamente). Esto se establece como referencia ya que es necesario, en primer lugar, definir las zonas prioritarias para la reforestación en la cuenca del río Budi.

---

<sup>22</sup> <http://www.amdel.cl/documentos/proyectos/Proyecto%20Forestal%20Yumbel.pdf>

Tabla 25: Montos estimados para reforestación de riberas y zonas degradadas.

<b>Duración</b>	<b>Actividades asociadas</b>	<b>Monto estimado</b>
2 semanas	Identificación de zonas degradadas*	\$1.000.000
2 meses	Caracterización biofísica de los sitios	\$7.000.000
1 mes	Campaña de educación	\$1.000.000
1 mes	Negociación con actores clave	\$500.000
12 meses	Construcción vivero de especies nativas:	
	- Definición del sitio de instalación	
	- Diseño vivero	
	- Cotizaciones y compra de insumos y equipos	
	- Establecimiento del vivero	
	- Mantención	\$6.000.000
7 meses	Programa de capacitación	
	- En terreno	
	- Diseño de materia educativo	\$3.000.000
<b>Total</b>		<b>\$18.500.000</b>

\*Supone que existe toda la cartografía base necesaria para la construcción de un modelo de erosión.

Es importante recalcar que esta estimación de costos puede variar dependiendo de los materiales que se utilice, la disposición de la población local y que exista un sitio para establecer el vivero forestal. Y se especifica que esta actividad debería realizarse en la cuenca en su totalidad, y no solamente en la ribera del Lago Budi. La principal amenaza para el desarrollo del programa es que los propietarios pierden superficie de terreno para la agricultura. El principal beneficio es que la reforestación aporta una serie de beneficios y servicios ambientales. Al restablecer o incrementar la cobertura arbórea se aumenta la fertilidad del suelo y se mejora su retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes (reduciendo la lixiviación, proporcionando abono verde y agregando nitrógeno, en el caso de que las especies utilizadas sean de este tipo). La siembra de árboles estabiliza los suelos, reduciendo la erosión hidráulica y eólica de las laderas, los campos agrícolas cercanos y los suelos no consolidados, como las dunas de arena.

La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo rápido de las aguas lluvias, regulando, de esta manera, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la

entrada de sedimento a las aguas superficiales. Debajo de los árboles, las temperaturas más frescas y los ciclos húmedos y secos moderados constituyen un microclima favorable para los microorganismos y la fauna. Las plantaciones tienen un efecto moderador sobre los vientos y ayudan a asentar el polvo y otras partículas del aire. Finalmente, al incorporar los árboles a los sistemas agrícolas, pueden mejorarse las cosechas, gracias a sus efectos positivos para la tierra y el clima.

#### 8.4.2.5.- Acción: Apertura de la barra boca Budi (remoción de arena)

A continuación se detallan los costos entregados por la Dirección de Vialidad de la región de la Araucanía<sup>23</sup>, respecto de la apertura de la barra (Tabla 26). La información corresponde al período de Abril de 2010 (remoción de 5.900 m<sup>3</sup>).

Tabla 26: Costos asociados a la apertura de la barra de arena del lago Budi. Los valores fueron entregados por la Dirección de Vialidad de Temuco.

Item	Detalle	Horas	Costo sueldo	Costo viático	Monto estimado
Mano de obra	Operador	180	\$659.3924	\$385.236	\$1.045.160
	Chofer	9	\$30.690	\$12.841	\$43.531
Item	Detalle	Horas trabajo	Costo maquinaria	Costo combustible	Monto estimado
Maquinaria	Bulldozer Caterpillar	63	\$1.652.604	\$501.291	\$2.153.895
	Camión Tolva M. Benz	8	\$49.504	\$69.604	\$119.108
<b>Total</b>					<b>\$3.361.694</b>

Los beneficios sociales de la apertura de la barra son históricos ya que la población regula los niveles de agua a través de la apertura antropica de la misma. Esta acción se lleva a cabo en conjunto con el Ministerio de obras públicas, y el fin es la recuperación de suelos para uso agrícola y ganadero de la población local.

<sup>23</sup> Información proporcionada por el Sr. Manuel Carrasco.

## **9.- Difusión de resultados**

Para la difusión de los resultados del proyecto se elaboró un folleto que se distribuyó tanto a personas que desarrollan alguna actividad económica en la cuenca del lago como para los organismos de Gobierno. El folleto también está disponible en formato digital para ser distribuido vía correo electrónico o bien para estar dentro de un sitio web. Adicionalmente, se desarrollaron dos presentaciones para divulgar y presentar los resultados una en Santiago y en la Región de la Araucanía, ciudad de Temuco.

## 10.- Revisión bibliográfica

Los documentos recopilados, sobre la cuenca del lago Budi fueron clasificados en 3 categorías (Tabla 27). Estos documentos presentan información principalmente de carácter ecológico del lago Budi, además de aspectos socioculturales. La principal fuente de información la constituyen las tesis de las universidades presentes en la región de la Araucanía (Universidad de La Frontera y Universidad Católica de Temuco). Al finalizar este proyecto fue posible acceder a 66 documentos de un total de 77 identificados, lo que representa un 85,7%.

Respecto a los artículos de divulgación científica, fue posible acceder la totalidad de los artículos identificados (18) de relevancia para la temática de este proyecto, los cuales han sido desarrollados por investigadores de las Universidades locales y están orientados principalmente a la investigación sobre humedales costeros, antropización y cambios en el paisaje.

Tabla 27: Número de fuentes bibliográficas identificadas y revisadas.

<b>Categoría</b>	<b>Identificados</b>	<b>Revisados</b>
Tesis	39	33
Artículos	18	18
Documentos técnicos	20	15
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>66</b>

De las tesis se revisaron un total de 33, de 39 identificadas con relación a la temática de este proyecto. Los resúmenes de estos textos, así como también la identificación de las 6 tesis faltantes se entregan en el Anexo 7.

Respecto de los documentos técnicos, estos se encuentran constituidos principalmente por aquellos generados en el proyecto GAR-ADI Budi (GAR-GTZ, 2002). No obstante, no ha sido posible acceder a la totalidad de los informes generados durante este proyecto por no encontrarse los respaldos de información en las instituciones correspondientes. Los textos faltantes se detallan en el Anexo 7.

Del análisis cruzado de la bibliografía revisada es posible concluir que los temas en que existe más información son: a) etnias, predominando en documentos técnicos (55%); b) flora y fauna, en revistas científicas (36%). Le siguen los estudios de suelo y de vegetación terrestre (Tabla 28 y Fig. 36). Los temas menos representativos en los diversos tipos de documentos analizados (tesis, artículos y documentos técnicos) son los de hidrodinámica, ecología trófica y leyes (Anexo 8).

Tabla 28: Análisis temático de bibliografía disponible.

Componente	Tesis	Artículos	Documentos
Vegetación	11	16	0
Suelo	17	8	9
Hidrodinamica	8	0	9
Ecologia_trofica	8	4	0
Flora Fauna	11	36	18
Etnias	33	24	55
Leyes	3	0	0
Suste_Conserv	8	12	9

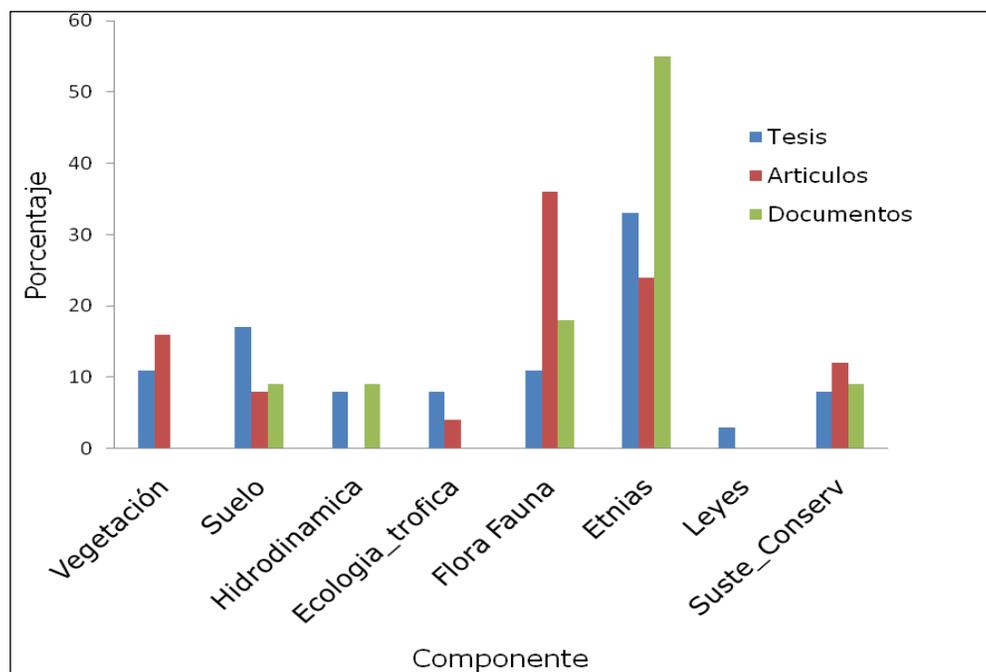


Figura 35: Distribución temática de bibliografía disponible según tipo de fuente.

## 11.- Conclusiones y recomendaciones

1.- La situación ambiental actual del lago Budi es el resultado de procesos históricos, políticos, sociales y naturales, que a través de los años, y dado el crecimiento poblacional han causado impactos a los habitantes y al ecosistema del lago Budi y su cuenca. Aspectos socioecológicos tales como la modificación de cauces, la actividad agrícola, la situación de pobreza y la elevada densidad poblacional hacen que la zona del lago Budi presente un alto grado de degradación ambiental y cultural, por lo que el desarrollo de objetivos del ámbito ecológico (e.g. calidad de aguas, biodiversidad), no puede estar exento de preocupaciones sociales.

2.- El análisis de la bibliografía muestra que las especies biológicas mayormente descritas y caracterizadas, poseen algún uso económico o cultural (peces y plantas) por los grupos sociales que viven en la cuenca y aquellas de importancia para la conservación (e.g. cisnes de cuello negro). La mayoría de la literatura analizada sobre el lago Budi lo caracteriza como un área con una fuerte intervención antrópica, donde la pérdida de la cubierta vegetal y sus observables consecuencias negativas sobre el ecosistema (eutrofización) y sobre los grupos sociales que subsisten de los servicios ecosistémicos que éste les brinda, llevan a constituir el área en una de la más deprimidas de la región. Los resultados de este proyecto muestran que alrededor de un 70% de la superficie de la cuenca es usada en actividad agrícola.

3.- Los resultados del monitoreo limnológico de este proyecto muestran que el lago se encontraría en un estado eutrófico. Esto confirma lo expuesto en otros trabajos en el sentido que este proceso (eutrofización) no se relaciona con la apertura y cierre de la barra de arena que separa al lago Budi del mar. Este último juega un rol en la generación de zonas de bajo contenido de oxígeno cerca del fondo y en la presencia de especies planctónicas tolerantes a altos valores de salinidad. Sin embargo, la alta concentración de nutrientes en el lago y la presencia de microalgas indicadoras de ambientes con elevada concentración de materia orgánica más bien están relacionadas al ingreso de nutrientes desde la cuenca. Consecuentemente, se recomienda realizar un análisis de balance de masa de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) de la cuenca en su totalidad, incluyendo al río Budi.

4. Lo anterior es sustentado sobre la base de la aproximación de cuencas hidrográficas, la cual es adoptada a nivel nacional (Marín y Delgado, 2005; CONAMA, 2008; LME-DGA, 2008) y mundial (Salomons et al. 1999), como la más apropiada para el manejo y la conservación de los ecosistemas límnicos. Por tanto, se proponen puntos de monitoreo dentro de lago y en la cuenca del río Budi (Fig. 37).

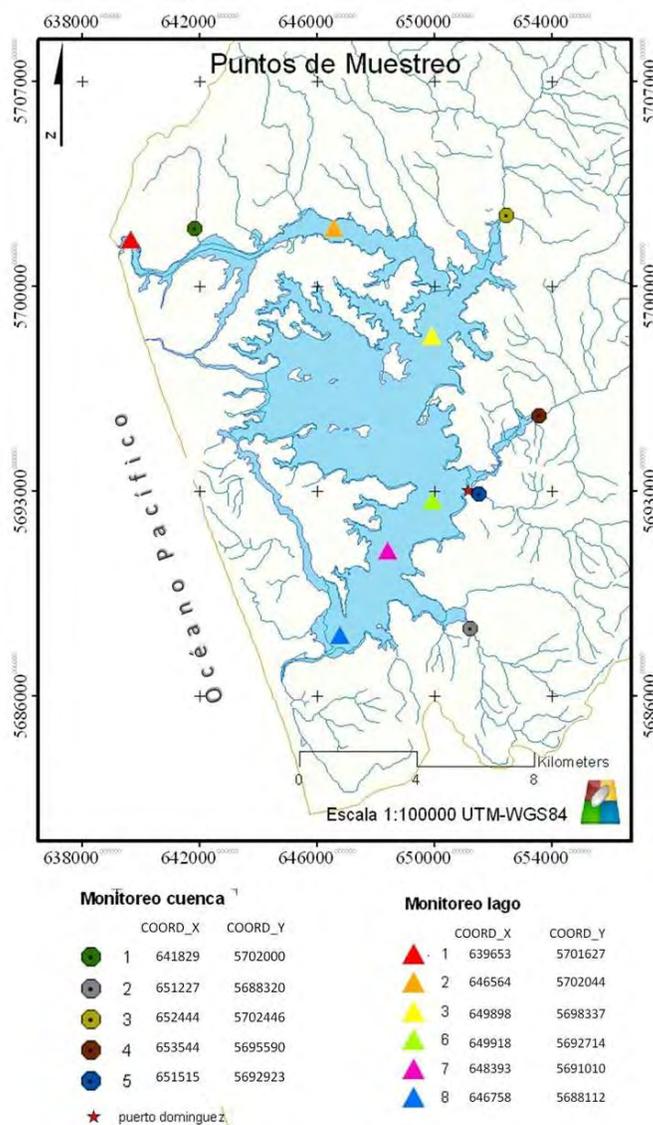


Figura 36: Propuesta de puntos de monitoreo.

5.- Del análisis de la bibliografía, así como también del análisis del taller de modelación se desprende que tanto los cambios en el ecosistema como en las poblaciones sociales que habitan este ecosistema están relacionadas; donde cualquier plan estratégico de desarrollo local a implementar en el área debe partir por permitir mejores condiciones sociales y económicas básicas (saneamiento, vivienda, pequeños mercados, etc.). Conjuntamente, son necesarias medidas urgentes respecto al manejo integrado y protección de la cuenca donde se encuentra el lago. Se recomienda como una de las acciones urgentes la implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental, ya que ésta reconoce a la cuenca como la unidad básica de gestión ambiental, donde conviven múltiples usos e intereses de índole, ecológico, económico y social.

6.- Cabe destacar que una de las conclusiones de las personas que asistieron al taller, es que la zona del lago Budi representa un desafío para las instituciones, dada sus características socioculturales, ecológicas y geográficas. El sistema eco-social del lago Budi, incluyendo su cuenca, es una zona protegida de caza, presenta un sistema hidrodinámico complejo y una población vulnerable, dado su limitado acceso a la salud. Por otro lado, la zona presenta un alto valor histórico, político y sociocultural; con atractivos turísticos y representa una fuente de trabajo para sus habitantes.

7.- Lo anterior se ve reflejado en la priorización parte de los actores sociales claves, de “lograr un desarrollo sustentable de la cuenca” como *objetivo inter-ámbito base*. Sin embargo, este objetivo requiere tener una visión integrada del lago Budi y su cuenca, desde una perspectiva física-ecológica-social. Para ello, se recomienda continuar el desarrollo de modelos conceptuales basados en el modelo general DPSIR como una estrategia para poder lograr la intercomunicación entre actores clave sobre una base común.

## 12.- Bibliografía

ACF Consultores Ltda. & DOP-MOP. (2008). Estudio de Prefactibilidad Construcción de Mejora Desembocadura Lago Budi, Etapa 1: Ajuste Metodológico, Diagnóstico de la Situación Actual y Proyectada, Definición del Problema.

Alarcón, C., Arriagada, K., Astudillo, M. & Subiabre, D. (2004). Percepciones de las familias puente, respecto a la implementación del Programa Puente. Estudio descriptivo en las diez comunas más pobres de la provincia de Cautín de la novena región de la Araucanía. Facultad de Artes Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Católica de Temuco.

APHA. (1981). Clasificación general (internacional) tipificadora del estatus trófico o productivo de lagos y lagunas. En: Armesto J, M Khalin & C Villagrán (eds) Ecología de los bosques templados de Chile: 134 –148. Ed. Universitaria. Santiago. Chile.

Antimán, M. & Martínez, M. (2005). Grado de antropización, evaluación y modelación matemática del nivel trófico del lago Budi como base para determinar su comportamiento ambiental. Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco.

Araya, J.M. & L. Zuñiga. (1985). Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Boletín Informativo Limnológico, Chile 8:1-110

Bacigalupo, A.M. (2003). "Rethinking Identity and Feminism: Contributions of Mapuche Women and Machi From Southern Chile." *Hypatia* 18(2):32-57.

Basualto, s., Tapia, J., Cruces, F., Peña-cortés, F., Hauenstein, E., Bertrán, C. & Schlatter, R. (2006). The effect of physical and chemical parameters on the structure and composition of the phytoplankton community of lake Budi (IX region, Chile). *J. Chil. Chem. SoC.*, 51, N°.3 p.993-999.  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-97072006000300015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-97072006000300015&script=sci_arttext)

- Benoit I.L. (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Conaf, Santiago, Chile. 157 pp
- Bertrán C., Vargas-Chacoff L., Peña-Cortés F., Mulsow S., Tapia J., Hauenstein E., Schlatter R., & Bravo A., (2006). Macrofauna bentónica de los humedales de tres lagos salinos en el borde costero del sur de Chile. *Ciencias marinas* 32(3): 589-596
- Bryson, J.M. (2004). What to do when stakeholders matter. *Stakeholder identification and analysis techniques. Public Management Review* 6:21-53.
- Caniguan, N. (2007). Municipio, identidad y alcalde mapuche. Estudio de caso en la comuna de Saavedra. Escuela de Antropología. Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Catalán, L. (2010). Variación espacial y temporal (otoño-invierno) del fitoplancton, y su relación con variables abióticas de un lago salino: Lago Budi (38°52' S; 73° 18' W). Seminario de Título, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Carrasco, C. (2007). Tratamiento físico químico de aguas residuales. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile.
- CBD (1998). Report of the Workshop on the ecosystem approach. Convention on Biological Diversity, Lilongwe, Malawi, 26-28 January 1998. UNEP/CBD/COP4/Inf.9
- CASEN (2006). Región de la Araucanía, Ministerio de Planificación. Disponible en, <http://www.mideplan.cl/final/categoria.php?secid=25&catid=124>
- Centro de Ecología Aplicada (CEA) Ltda (2005). Estudio de Línea Base de la calidad de agua y fauna acuática en el río Aconcagua, V Región. Disponible en, [http://www.e-seia.cl/archivos/a1f\\_RIO\\_ACONCAGUA.pdf](http://www.e-seia.cl/archivos/a1f_RIO_ACONCAGUA.pdf)

Centro de Ecología Aplicada (CEA) Ltda.- CONAMA (2006). Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Disponible, [http://www.sinia.cl/1292/articles-41115\\_recurso\\_1.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-41115_recurso_1.pdf)

CEPAL (2001) Red de Cooperación en la gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Carta Circular N° 15, Santiago, Chile.

CONAMA (2008). Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. Disponible en, <http://www.conama.cl/portal/1301/article-42435.html>

Costanza R.; R. d'Arge; R. de Groot ; S. Farber ; M. Grasso; B. Hannon; K. Limburg ; S. Naeem; R.V. O'Neill; J. Paruelo ; R.G. Raskin; P. Sutton; & M. van den Belt (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

De Groot, R; M.A. Wilson & R.M.J Boumans (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408

Delgado, L.E & Marín, V.H. (2005). FES-sistemas: un concepto para la incorporación de las sociedades humanas en el análisis medioambiental de Chile. *Revista Ambiente y Desarrollo* 21:18-22.

Delgado, L.E. : Bachmann, P.L., & Oñate. B (2007). Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23 (3):68-73.

Delgado, L Delgado, L.E y Marín, V.H.; Bachmann, P.L. & Torres-Gomez, M. (2009). Conceptual Models for Ecosystem Management through the Participation of Local Social Actors: the Río Cruces Wetland Conflict. *Ecology and Society*. Vol 14,N°1,Art.50

DFID (2002) Tools for Development. A handbook for those engaged in development activity. Department for International Development U.K. Disponible en, <http://www.dfid.gov.uk/>

Dirección de bibliotecas, archivos y museos (DIBAM) (1998). Boletín. Museo Nacional de Historia Natural. Chile – N° 47, 146 páginas. Santiago de Chile

División Regional de Mideplan y la Red de Protección Social (2009). Región de la Araucanía. Departamento de Análisis de Políticas Públicas.

DS 93 (1995). Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión. Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

European Environment Agency (EEA) (1998). Europe's Environment: The Second Assessment (Office for official publication of the European Communities, Luxembourg)

Fundación para la Superación de la Pobreza (1999). Seminario visión del sector pesquero artesanal. Bases de una propuestas para su desarrollo Tomo II.

GAR-GTZ, (2002). Atlas Área de desarrollo indígena LAGO BUDI.

GEF Chile (2001). Water Resources and Biodiversity Management Project. Disponible en, [http://www.gefweb.org/Documents/Work\\_Programs/wp\\_Feb01/Chile\\_Water\\_Spanish.pdf](http://www.gefweb.org/Documents/Work_Programs/wp_Feb01/Chile_Water_Spanish.pdf)

Glade A. (1993). Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Conaf, Santiago, Chile. 68 pp

González, A. (2000). Evaluación del recurso vegetacional en la cuenca del río Budi, situación actual y propuestas de manejo. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco para optar al grado de Licenciado en Recursos Naturales. 110p.

Gutiérrez, P., (2004). Clasificación y nivel de eutrofización según grado de alteración, fragilidad y estabilidad de los humedales de la cuenca hidrográfica del río Budi, Región de La Araucanía. Tesis

presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco para optar al grado de Licenciado en Recursos Naturales. 135p.

Habit, E., Dyer, B. & VILA, I. (2006). Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana (Concepción). Vol 70, n.1 [citado 2009-07-01], pp. 100-113. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-65382006000100016&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382006000100016&lng=es&nrm=iso). ISSN 0717-6538.

Hauenstein, E., M. González, L. Leiva & L. Falcón. (1999). Flora de macrófitos y bioindicadores del lago Budi (IX Región, Chile). Gayana Botánica 56: 53-62

Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F. & Muñoz-Pedrerros, A. (2002). Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX región, Chile). Gayana Botánica 59(2): 87-100.

Hauenstein E, Gonzalez M, Peña-Cortés F & A Muñoz-Pedrerros (2005). Diversidad vegetal en humedales costeros de la Región de La Araucanía. pp. 197-205. En: Smith-Ramírez C, Armesto JJ & C Valdovinos (eds.) Historia, Biodiversidad y Ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Horne, A. J. & C. R. Goldman. (1994). Limnology. McGraw-Hill, Inc.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Base de datos CENSO 1992-2002, [CD-ROM], Chile.

INE y Programa Orígenes 2005. Estadísticas sociales de los pueblos indígenas en Chile- CENSO 2002. Ministerio de Planificación Nacional.

INE Araucanía (2006). Síntesis estadística regional. Ministerio de Planificación Nacional.

Jaque, X. (2004). Evaluación y lineamientos de restauración fitosociológica de los humedales de la cuenca del río Budi, Región de la Araucanía. Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco.

Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, & E. Guevara, (2008). Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Disponible <http://srtm.csi.cgiar.org>

Jacobson E. (2009). Reforestation provides environmental and social benefits for the rural poor. [on line] <http://www.ecologic.org/reforestation>

Lara A, Donoso C & Aravena JC (1995). La conservación del bosque nativo en Chile: Problemas y desafíos. En: Armesto JJ, Villagrán C & Kalyn M (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Chile.

Licea S. & Santoyo H. (1991) Some Ecological Aspects of the Phytoplankton From Central Campeche Bay - Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

LME-DGA (2008). Análisis del impacto económico y social de anteproyectos de normas secundarias de calidad, cuenca río Baker región de Aysén. Informe final.

Margalef R., (1983). Limnología. Ed. Omega Barcelona. España. 1010 pp.

Marín V., & Delgado L., (1997). Nueva estrategia para un desarrollo sustentable: Manejo ecosistémico de los recursos naturales. Ambiente y Desarrollo Vol XIII-Nº2, pp. 70-76

Marín, V.H. & Delgado, L.E., (2005). El Manejo Ecosistémico de los Recursos Marinos Vivos: un desafío eco-social. En *Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?* (pp. 555-570). Chile: Editorial Universitaria.

Marín, V. H., A. Tironi, L. E. Delgado, M. Contreras, F. Novoa, M. Torres-Gómez, R. Garreaud & I. Serey (2009). On the sudden disappearance of *Egeria densa* from a Ramsar wetland site of Southern Chile: A climatic event trigger model. *Ecological Modelling* 220:1752-1763.

MIDEPLAN (2006). Encuesta de Caracterización Socio Económica Nacional. Región de la Araucanía.

MIDEPLAN (1999) Diagnóstico ADI Lago Budi. Línea Base. Informe Ejecutivo, Santiago, S/F, 16 págs.

Mitsch W.J., & Gosselink J.G. (2000). *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold Company Inc, New York.

Molina & Vila eds. (2006). *Manual de Evaluación de la Calidad del Agua*. CENMA, Chile

Mühlhauser H., Soto L. & Zahradnik P. (1986). Improvement of the Kjeldahl Method for Total Nitrogen including Acid-Hidrolizable Phosphorous determinations in Freshwater Ecosystems.

Muñoz-Pedreras A (2003). *Guía de los humedales del río Cruces*. CEA Ediciones.

Naiman, RJ, H Décamps, & M McClain (2005). *Riparia*. Academic Press, San Diego.

NAS/NAE, (1972). National Academy of Science and National Academy of Engineering. Water quality criteria, a report of the committee on water quality. 53 pp.

Oberdorfer E. (1960). *Pflanzensoziologische Studien in Chile. Flora et Vegetatio* Tomo II Cap. III: 65-132.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), (1982). *Eutrophication of waters. Monitoring, Assesment and Control*. Final report. Paris. 154 pp.

Parra O. (1982 – 1983) *Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales (Especial referencia al fitoplancton de Chile) – Editorial Universitaria de Concepción – Concepción*.

Parra O. & C. Bicudo (1995). *Introducción a la biología y sistemática de las algas continentales*. Gráfica Andes Ltda. Santiago. Chile. pp 268.

Peña-Cortés, F., Gutiérrez, P., Rebolledo, G., Escalona, M., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R., & Tapia, J. (2006a). Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, IX Región de La Araucanía, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, Nº 36, p. 75-91.

Peña-Cortés, F., Rebolledo, G., Hermosilla, K., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R. & Tapia, J. (2006b). Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile. Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Ecología Austral* 16:183-196.

PNUD-MIDEPLAN (2001). Desarrollo humano en las comunas de Chile. Temas de Desarrollo Humano, No 5.

PRDU (2004). Proyecto Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial de La Araucanía. Universidad Católica de Temuco. Ministerio de Vivienda y Urbanismo CBIP 20185733-0. Investigador Responsable.

Quintanilla, V. (2001). Alteraciones del fuego sobre la biodiversidad de bosques templados. El caso del bosque pluvial costero de Chile. Cuadernos Geográficos, número 31 Universidad de Granada, España pp. 7-21.

Ramírez, C., M. Romero & M. Riveros. (1979). Habit, habitat, origin and geographical distribution of Chilean vascular hydrophytes. *Aquatic Botany* 7: 241-253.

Ramírez, R. (2001). Understanding the approaches for accommodating multiple stakeholders' interests. *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology* 1 (3-4):264-285.

Rodríguez, (2005). Estudio del comportamiento hidrodinámico y aspectos de calidad de aguas del lago Budi. Memoria de Título para optar al grado de Ingeniero Civil. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Ryding S & W Rast. (1992). El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ediciones pirámide S.A. Madrid. 375 pp.

Rivera, P., O. Parra, M.Gonzalez, V.Dellarossa & M. Orellana. (1982). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. IV. Bacillariophyceae. Editorial Universidad de Concepción, 97, 15 Lams.

Salomons, W., Turner, R., de Lacerda, L., & Ramachandran, S., (1999). *Perspectives on Integrated Coastal Zone Management*. Germany. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Sánchez, A. & Morales, R. (2004). Las regiones de Chile, espacio físico humano y económico. Editorial Universitaria. 263pp

San Martín, J., Ramírez, C. y San Martín, C. 1992. La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. *Bosque* 13(1):29-39.

SECPLAN, 2009. Plan de Desarrollo Comunal Saavedra: Avances y Proyecciones. 130pp.

SECPLAN Puerto Saavedra (2009). Plan de desarrollo comunal Saavedra (PLADECO). Avances y proyecciones. I. Municipalidad de Saavedra.

Smith-Ramirez, C., Armesto, J., & Valdovinos, C. (2005). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Stuardo, J., Valdovinos, C., & Dellarossa, V. (1989) Caracterización general del Lago Budi: una laguna costera salobre en Chile central. *Cienc. y Tec. del Mar CONA* 13: 57-69.

Tapia, J. Durán, E. Peña-Cortés, F., Hauenstein, E., Bertrán, C. Schlatter R., Vargas-Chacoff, L. & Jiménez, C. (2006). *Micropogonias manni* as a bioindicator for copper in lake Budi (IX region, Chile). *J. Chil. Chem. Soc.*, 51 (2): 901-904.

Tironi, A., Ramírez, A., & Yarrow, M. (2006). Informe final "Análisis general del impacto económico social de la norma secundaria de calidad de aguas del río Aysén en el sector agropecuario y otras actividades económicas".

Torrejón, F. & Cisternas, M. (2002). Alteraciones del paisaje ecológico araucano por la asimilación mapuche de la agroganadería hispano-mediterránea (siglos XVI y XVII). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 729-736.

Turner, K., Paavola, J., Farber, S., Cooper, P., Jessamy, V., Rosendo, S., & Georgiou, S. (2003). Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics* 46: 269-281.

U. S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1974). An approach to a relative trophic index system for classifying lakes and reservoirs. National Eutrophication Survey. Working paper N°24. 25 pp.

Utermöhl. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9:1-3.

Valdovinos, C., D. Figueroa, F. Peña-Cortés, E. Hauenstein, B. Guíñez & V. Olmos. (2005). Visión sinóptica de la biodiversidad acuática y ribereña del Lago Budi. En: Smith-Ramírez, C., J. Armesto & C. Valdovinos (Editores). *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. Capítulo 22: 407-417.

Van Brakel, M. (2000). Desarrollo de la pesca y la acuicultura a pequeña escala. Documento de trabajo n° 6 proyecto de Cooperación Técnica FAO, Ministerio de Agricultura, Seremi de Agricultura IX Región, Asociación de Municipalidades de la Araucanía.

Van Hofwegen, P. & Jaspers, F. (2000). Marco analítico para el manejo integrado de recursos hídricos. Lineamientos para la evaluación de marcos institucionales. Disponible en, <http://www.iadb.org/sds/doc/ENV-PVanHofwegenS.pdf>

Villafañe, V.E. & F.M.H. Reid. (1995). Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. In: K. Alveal, M.E. Ferrario, E.C. Oliveira & E. Sar (eds.). Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Concepción, pp. 169-185.

Vollenweider, R. (1968). Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Rep. Organis. Econ. Coop. And Dev. DAS/CSI/68.27. Paris.

Wen-Tzu L, Jing-Shyan T, Chao-Yuan L, & Pi-Hui H (2008). Assessing reforestation placement and benefit for erosion control: A case study on the Chi-Jia-Wan Stream, Taiwan. *Ecological modelling* 211: 444–452.

Wetzel, R. (1975). Categorización trófica del embalse Casa de Piedra. Programa Integral de Calidad de Aguas del río Colorado. En página web: [<http://www.coirco.com.ar/programas/trofico/6.html>]

Wetzel R.G., (1983). *Limnology*. Second Edition. Saunders College Publishing.



### 13.- Anexos

Anexo 1: Descripción estructura y funcionamiento de ecotipos costeros en función de la morfología del cuerpo de agua (CEA-CONAMA, 2006)

<b>Ecotipo</b>	Humedal costero	Humedal costero	Humedal costero
<b>Clase</b>	Intrusión salina	Intrusión salina	Intrusión salina
<b>Tipo</b>	Cubeta	Canal	Plano
<b>Atributos</b>			
<b>Estructura</b>			
abiótica	Matriz acuosa con presencia de agua dulce y agua de mar. Contenido de nutrientes y sales disueltas elevado y baja concentración oxígeno disuelto en estrato profundo. Matriz sedimentaria con alto contenido materia orgánica y potencial redox negativo (sedimento negro).	Matriz acuosa con presencia de agua dulce y agua de mar (periódicamente en función de mareas). Contenido de nutrientes y sales disueltas elevado y baja concentración oxígeno disuelto en estrato profundo. Matriz sedimentaria con alto contenido materia orgánica y potencial redox positivo (sedimento café).	Sustrato saturado con alto contenido de sales. Bajo contenido de oxígeno disuelto. Matriz sedimentaria con alto contenido de materia orgánica
biótica	Plantas acuáticas halófitas y dulceacuícolas. Flora y fauna planctónica. Peces dulceacuícolas y marinos. Vegetación terrestre hidrófila, si existe criptodepresión se reemplaza por vegetación de tipo halófitas.	Plantas acuáticas halófitas y dulceacuícolas. Tapetes microbianos. Fauna bentónica (ej. camarones). Peces dulceacuícolas y marinos. Vegetación terrestre hidrófila, si existe criptodepresión se reemplaza por vegetación de tipo halófitas.	Vegetación terrestre halófitas. Tapetes microbianos.
Componente sensible	Vegetación terrestre hidrófila- plantas acuáticas dulceacuícolas.	Vegetación terrestre hidrófila	Vegetación terrestre halófitas
<b>Funcionamiento</b>			
interacción dominante	Caudal agua dulce- vegetación hidrófila, caudal marino - plantas acuáticas halófitas	Caudal agua dulce- vegetación hidrófila, caudal marino -tapetes microbianos.	Caudal marino-plantas terrestres halófitas
proceso dominante	Producción primaria plantas acuáticas halófitas y plantas terrestres hidrófilas. Producción secundaria invertebrados y peces	Producción primaria tapetes microbianos. Producción secundaria invertebrados	Producción primaria plantas halófitas
proceso sensible	Conectividad hídrica del humedal con el mar (barra terminal) y caudal agua dulce (superficial y subsuperficial). Migración de peces.	Caudal agua dulce Migración de peces.	Caudal marino
<b>Ejemplos</b>	Lagunas costeras como Budi, Conchalí, Carrizal	Desembocadura de ríos como Bío Bío, Mataquito, Aconcagua	Salinas y zonas inundadas por mareas donde no existe depresión en el terreno

Anexo 2: Listado de especies de aves del lago Budi (modificada de Saavedra et al. 1991). Extraída desde Valdovinos *et al.* 2005.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta perdicaria</i> (Conover).	Perdiz del Sur	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps rolland</i> (Lesson)	Pimpollo	
		<i>Podiceps major</i> (Boddaert)	Huala	
		<i>Podiceps occipitalis</i> (Garnot)	Blanquillo	
		<i>Podilymbus podiceps</i> (Lesson)	Picurio	
Procellariiformes	Diomedidae	<i>Diomedea exulans</i> (Linné)	Albatros errante	
		<i>Diomedea melanopliris</i> (Temminck).	Albatros de ceja negra	
	Procellariidae	<i>Daption capense</i> (Linné)	Petrel moteado	
		<i>Pachyptila salvini</i> (Mathews)	Petrel-paloma de pico ancho	
		<i>Pachyptila belcheri</i> (Mathews)	Petrel-paloma de pico delgado	
		<i>Puffinus griseus</i> (Gmelin)	Fardela negra	
		<i>Puffinus creatopus</i> (Coes)	Fardela blanca	
		Gceanitidae	<i>Oceanitis oceanicus</i> (Murphy)	Golondrina de mar
		Pelecanooididae	<i>Pelecanoides garnotti</i> (Lesson)	Yunco
	Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i> (Meyen)	Pingüino de Humboldt
<i>Spheniscus magellanicus</i> (Forster)			Pingüino de Magallanes	
Pelacaniformes	Pelecanidae	<i>Pelicanus thagus</i> Molina.	Pelicano	
	Sulidae	<i>Sula variegata</i> (Tschudi)	Piquero	
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax olivaceus</i> (Rumbold)	Yeco	
		<i>Phalacrocorax magellanicus</i> (Gmelin).	Cormorán de las rocas	
		<i>Phalacrocorax bougainvillii</i> (Lesson)	Guanay	
		<i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lesson y Garnot)	Lile	
		<i>Phalacrocorax atriceps</i> (King)	Cormorán imperial	
Ciconiformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus involucris</i> (Vieillot)	Huairavillo	
		<i>Ardea cocoi</i> (Linné)	Garza cuca	
		<i>Casmerodius albus</i> (Linné)	Garza grande	
		<i>Egretta tnula</i> (Molina)	Garza chica	
		<i>Bubulcus ibis</i> (Linné)	Garza boyera	
		<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linné)	Huairavo	
		Treskiornithidae	<i>Plegadis cbibi</i> (Viellot)	Cuervo de pantano
	(Treskiornitinae)	<i>Theristicus caudatus</i> (Gmelin)	Bandurria	

Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i> (Molina).	Flamenco chileno
Arseriformes	Anatidae (Anserinae)	<i>Cygnus melancoryphus</i> (Molina)	Cisne de cuello negro
		<i>Cloephaga polyocephala</i> (Sclater)	Canquén
		<i>Cloephaga hybrida</i> (Molina)	Caranca
	(Anatinae)	<i>Heteronetta atricapilla</i> (Merrem)	Pato rinconero
		<i>Anas cyonoptera</i> (Vieillot)	Pato colorado
		<i>Anas versicolor</i> (Vieillot)	Pato capuchino
		<i>Anas georgica</i> (Vieillot)	Pato jergón grande
		<i>Anas banamensis</i> (Vieillot)	Pato gargantillo
		<i>Anas flavirostris</i> (Vieillot)	Pato jergón chico
		<i>Anas sibilatrix</i> (Poeppig)	Pato real
		<i>Anas platalea</i> (Vieillot)	Pato cuchara
		<i>Netta peposaca</i> (Vieillot)	Pato negro
		<i>Oxyura vittata</i> (Philippi)	Pato rana de pico delgado
Falconiformes	Catartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Lichtenstein)	Jote de cabeza negra
		<i>Cathartes aura</i> (Molina)	Jote de cabeza colorada
	Accipitridae (Accipitrinae)	<i>Elaunus leucurus</i> (Vieillot)	Bailarín
		<i>Circus cinereus</i> (Vieillot)	Vari
		<i>Accipiter bicolor</i> (Philippi y Landbeck)	Peuquito
		<i>Parabuteo unicinctus</i> (Temminck.	Peuco
		<i>Buteo polyosoma</i> (Quoy y Gaimard)	Aguilucho
		<i>Buteo ventralis</i> (Gould)	Aguilucho de cola rojiza
		<i>Buteo albigula</i> (Philippi)	Aguilucho chico
	Falconidae	<i>Polyborus plancus</i> (Miller)	Traro
		<i>Milvago chimango</i> (Sclater)	Tiuque
		<i>Falco sparverius</i> (Swainson)	Cernicalo
Galliformes	Phasianidae	<i>Callipepla californica</i> (Ridgway)	Codorniz
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus sanguinolentus</i> (Hellarnair)	Pidén
		<i>Porphyriops melanops</i> (J.E. Gray)	Tagüita
		<i>Fulica armillata</i> (Vieillot)	Tagua
		<i>Fulica leucoptera</i> (Vieillot)	Tagua chica
		<i>Fulica rufifrons</i> (Phillipi y Landbeck)	Tagua de frente roja
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina)	Queltehue
		<i>Charadrius falklandicus</i> (Latham)	Chorlo de doble collar
		<i>Zonibix modestus</i> (Lichtenstein)	Chorlo chileno
		<i>Oreopholus ruficollis</i> (Wagler)	Chorlo de campo
	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i> (Murphy)	Pilpilén
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i> (Müller)	Perrito
	Rostratulidae	<i>Nycticryphes semicollaris</i> (Vieillot)	Becacina pintada

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Columbiformes	Scolopacida	<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin)	Pitotoy grande
	(Scolopacinae)	<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin)	Pitotoy chico
		<i>Numenius phaeopus</i> (Latchtnan)	Zarapito
		<i>Limosa haemastica</i> (Linné)	Zarapito de pico recto
		<i>Caladris alba</i> (Pallas)	Playero blanco
		<i>Gallinago gallinago</i> (Linné)	Becacina
	(Phalaropodinae)	<i>Phalaropus filicaria</i> (Linné)	Pollito de mar rojizo
	Thinacoridae	<i>Thinochorus rumicivorus</i> (Eschscholz)	Perdicita
	Laridae	<i>Larus dominicanus</i> (Lichtenstein)	Gaviota dominicana
	(Larinae)	<i>Larus pipixcan</i> (Wagler)	Gaviota de Franklin
		<i>Larus maculipennis</i> (Lichtenstein.)	Gaviota cahuil
	(Sterninae)	<i>Sterna hirundinacea</i> (Lesson)	Gaviotín sudamericano
		<i>Sterna paradisaca</i> (Pontoppidan)	Gaviotín ártico
		<i>Sterna trodeauui</i> (Audubon)	Gaviotin Piquerito
		<i>Sterna sandwicensis</i> (Cabot)	Gaviotin de Sandwich
		<i>Sterna fuscata luctuosa</i> (Phillipi y Landbeck)	Gaviotín apizarrado
		<i>Larosterna inca</i> (Lesson y Gamott)	Gaviotín monja
	(Rhyncopinae)	<i>Rhynchops niger</i> (Spix)	Rayador
	Columbidae	<i>Columba livia</i> (Gmelin)	Paloma
		<i>Columba araucana</i> (Lesson)	Torcaza
		<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs)	Tórtola
		<i>Columbina talpacoti talpacoti</i> (Temminck)	Tortolita rojiza
		<i>Columbina picui picui</i> (Temminck)	Tortolita cuyana
	<i>Metropelia melanoptera melanoptera</i> (Molina)	Tórtola Cordillerana	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Enicognathus ferrugineus</i> (Müller)	Cachaña
		<i>Enicognathus leptorhynchus</i> (King)	Choroy
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba tuidara</i> (J.E. Gray)	Lechuza
	Strigidae	<i>Glaucidium nanum</i> (King)	Chuncho
		<i>Athene cunucularia</i> (Molina)	Pequén
		<i>Strix rufipes rufipes</i> (King)	Concón
		<i>Asio flammeus suinda</i> (Vieillot)	Nuco
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i> (Gould)	Gallina ciega
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Ceryle torquata</i> (Linné)	Martín Pescador
Piciformes	Picidae	<i>Picoides ligniarus</i> (Molina)	Carpinterito
		<i>Colaptes pitius pitius</i> (Molina)	Pitio

Passeriformes	Furriariidae	<i>Geositta cunicularia</i> (Kittlitz)	Minero	
		<i>Cinclodes patagonicus</i> (Lesson)	Churrete	
		<i>Cinclodes oustrleti</i> (Scott)	Churrete chico	
		<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (d'Orb.y Lafr.)	Churrete costero	
		<i>Sylviorthorhynchus desmursil</i> (des Murs)	Colilargo	
		<i>Aphrastura spinicauda</i> (Gmelin)	Rayadito	
		<i>Leptasthenura aegithaloides</i> (Kittlitz)	Tijeral	
		<i>Leptasthenura aegithaloides</i> (Debenne)	Tijeral argentino	
		<i>Tropopliaga humicola polysticta</i> (Hellmayr)	Canastero	
		<i>Tripophaga anthoides</i> (King)	Canastero del Sur	
		<i>Phleocryptes melanops</i> (King)	Trabajador	
		<i>Pygarrhythas albogularis</i> (King)	Comesebo grande	
		Rhynocryptidae	<i>Pteroptochus tarnii</i> (King)	Hued hued del Sur
			<i>Scelorchilus rubecola</i> (Kittlitz)	Chucao
	<i>Scytalopus magallanicus</i> (Gmelin)		Churrín del Sur	
	Tyrannidae	<i>Agriornis livida</i> (Kittlitz)	Mero	
		<i>Agriornis montana leucura</i> (Gould)	Mero gaucho	
		<i>Pyrope pyrope</i> (Kittlitz)	Diucón	
		<i>Muscisaxicola albilora</i> (Lafresnaye)	Dormilona de ceja blanca	
		<i>Muscisaxicola flavinucha brevirostris</i> (Okog)	Dormilona fraile	
		<i>Muscisaxicola alpina cinerea</i> (Phil. y Land).	Dormilona cenicienta	
		<i>Muscisaxicola macloviana</i> (Lafresnaye y d'Orbiygni)	Dormilona tontita	
		<i>Muscisaxicola maculirostris maculirostris</i> (d'Orb. y Lafr.)	Dormilona chica	
		<i>Lessonia rufa</i> (Gmelin)	Colegial	
		<i>Hymenops perspicillata</i> (Rigddway)	Run run	
		<i>Elaenia albiceps</i> (Hellmayr)	Fío-fío	
		<i>Pitangus sulphuratus bolivianus</i> (Lafresnaye)	Benteveo	
		<i>Tachuris rubigastria</i> (Vieillot)	Siete colores	
		<i>Anarretes parulus</i> (Kittlitz)	Cachudito	
		<i>Colorhanpus parvirostris</i> (Darwin)	Viudita	
		Phytotomidae	<i>Phytotoma rara</i> (Molina)	Rara
	Hirundinidae	<i>Tachycineta leucopyga</i> (Meyen)	Golondrina chilena	
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot)	Golondrina de dorso negro	
<i>Hirundo rustica</i> (Boddaert)		Golondrina bermeja		

Orden	Familia	Especie	Nombre común
	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i> (Lesson)	Chercán de las vegas
		<i>Troglodytes aedon</i> (Lesson)	Chercán
	Muscicapidae	<i>Turdus falklandii magellanicus</i> (King)	Zorzal
	Mimidae	<i>Mimus thenca</i> (Molina)	Tenca
	Motacillidae	<i>Anthus correndera</i> (Lesson)	Ballarín chico
	(Emberizinae)	<i>Sicalis luteola</i> (Meyen)	Chirihue
		<i>Zonotrichia capensis</i> (Meyen)	Chincol
	(Icterinae)	<i>Agelalus thilius</i> (Molina)	Trile
		<i>Sturnella loyca</i> (Mohna)	Loica
		<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin)	Mirlo
		<i>Curacus curaeus</i> (Molina)	Tordo
	Fringillidae	<i>Phrygilus patagonicas</i> (Lowe)	Cometocino patagónico
		<i>Phrygilus fruticeti fruticeti</i> (Kittlitz)	Yal
		<i>Phrygilus alaudinus alaudaus</i> (Kittlitz)	Platero
		<i>Diuca diuca</i> (Molina)	Diuca
		<i>Meladonera xanthogramma barrosi</i> (Chapman)	Yal cordillerano
		<i>Carduelis uropygialis</i> (Sclater)	Jilguero cordillerano
		<i>Carduelis barbatus</i> (Molina)	Jilguero
	Passaridae	<i>Passer domesticus</i> (Linné)	Gorrión

## Anexo 3: Metodología de campo y analítica

Metodologías descritas en “Standard Methods” for the examination of Water and Wastewater 21th edition 2001. APHA-AWWA-WPCF.

Parámetros	Método
Temperatura (°C)	Sonda multiparámetro YSI
pH	Sonda multiparámetro YSI
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sonda multiparámetro YSI
Oxígeno disuelto $\text{mg}/\text{l}^{-1}$	Sonda multiparámetro YSI
Clorofila <i>a</i> $\mu\text{g l}^{-1}$	Sonda multiparámetro YSI
Fósforo total $\mu\text{g l}^{-1}$	Mühlhauser et al. 1986.
Nitrógeno total $\mu\text{g l}^{-1}$	Mühlhauser et al. 1986.
Sulfato $\mu\text{g l}^{-1}$	Método turbidimétrico de Gölterman et al. 1978.
Cloruro $\text{mg l}^{-1}$	APHA, 2001.
$\text{HCO}_3$ $\text{mg l}^{-1}$	APHA, 2001.
$\text{CO}_3$ $\mu\text{g l}^{-1}$	APHA, 2001.
Ca $\text{mg l}^{-1}$	Espectrofotometría Absorción atómica
Mg $\text{mg l}^{-1}$	Espectrofotometría Absorción atómica
Na $\text{mg l}^{-1}$	Espectrofotometría Absorción atómica
K $\text{mg l}^{-1}$	Espectrofotometría Absorción atómica

### Metodología de campo

Las muestras de agua fueron obtenidas por medio de una botella Van Dorn de 3 litros. El agua fue filtrada “in situ” y conservada en frío para su posterior análisis en el laboratorio.

#### Variables Físicas y Químicas

Se estimó la transparencia del agua por medio de un disco de Secchi. Las siguientes variables fueron medidas “in situ” mediante una sonda ISI multiparámetro, modelo 6600: temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto y potencial de óxido-reducción.

*Fósforo Total (P – Total) y Nitrógeno Total (N – Total).* El nitrógeno y fósforo total fueron determinados por una nueva técnica rápida y precisa, consistente en una variación del Método

Kjeldahl tradicional. La técnica es realizada por medio de digestión la cual se utiliza un ácido empleado como oxidante. El nitrógeno y el fósforo acomplejados son convertidos en iones de amonio y ortofosfato, respectivamente, y posteriormente medidos por colorimetría. El límite de detección para el fósforo fue de 3,60 µg/l y para el nitrógeno de 78,36 µg/l. La técnica utilizada corresponde a aquella informada en el APHA 1998.

Metodología para Nitrógeno. El nitrógeno Kjeldahl es determinado colorimétricamente como amonio, método que utiliza el complejo Azul de Indofenol, según Muhlhauser, H., L. Soto and P. Zahradnik. 1987.

Metodología para Fósforo. El fósforo Kjeldahl es determinado colorimétricamente como ortofosfato, método que utiliza azul fosfo – molibdato, según Muhlhauser, H., L. Soto and P. Zahradnik. 1987.

j) Sulfatos ( $\text{SO}_4$ ). La determinación de sulfatos se realizó tomando una alícuota de la muestra a la que se agrega una solución de ácido, gelatina – Cloruro de Bario, según el método turbidimétrico de Golterman et al. 1978.

k) Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) y Carbonato ( $\text{CO}_3$ ). Ambos aniones fueron determinados por titulación utilizando el método acidimétrico con punto final de indicador, según APHA, 1998.

m) Cloruros. Se determinaron al titular una muestra con Nitrato de Plata, utilizando Cromato de Potasio como indicador de punto final, según APHA, 1998.

n) Cationes (Na , K, Ca y Mg). Se midieron por metodología de espectroscopía de absorción atómica, según lo propuesto por APHA, 1998.

### Variables Biológicas

a) Clorofila *a*. La concentración de clorofila *a* se midió con sonda digital modelo ISI multiparámetro.

b) Fitoplancton. Se obtuvo una muestra de agua de 1 litro en la zona fótica con la botella Van Dorn, a la cual para su conservación se le añadió una solución de lugol. Para realizar el recuento e identificación de la comunidad fitoplanctónica las muestras fueron analizadas de acuerdo al método de Utermöhl (1958), en un microscopio invertido modelo Olympus CK2. De acuerdo a Villafañe y Reid (1995) se concentró por sedimentación en cámaras de recuento de 10 ml y 25 ml durante 24 hrs y 48 hrs respectivamente.

El análisis cuantitativo se realizó contando los individuos de distintos campos del microscopio invertido hasta alcanzar un máximo de 300 organismos. Ello asegura una buena confianza estadística en el posterior análisis de los resultados. La conversión a valores absolutos (org/ml) se realizó por medio del cálculo de la superficie de cada campo. Para la identificación taxonómica de los géneros, se utilizó las descripciones de Parra y Bicudo (1995) y Rivera *et al.* 1982.

c) Zooplancton. Las muestras se obtuvieron en cada estación por medio del arrastre vertical, desde una profundidad de 1 mt por sobre el fondo para cada estación, de una red de 120  $\mu$ m de apertura de malla. Las muestras fueron conservadas en una solución de formalina azucarada al 5%. Posteriormente fueron analizadas en el laboratorio en una cámara Bogorov por medio de una Lupa Wild M3 Heerbrugg (Horne y Goldman, 1994). Para la identificación taxonómica, se utilizó las descripciones de Araya y Zuñiga (1985).

#### Anexo 4: Resultado de los análisis de laboratorio en muestras superficiales del Lago Budi.

##### Campaña 1: Abril 2009

Muestras N°	Ubicación	Profundidad (m)	N - Total (µg/l)	P - Total (µg/l)	Cloruros (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO3 (µg/l)	SO4 (µg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
1	E. 1	Superficial	1593,51	62,80	4249,88	62,52	3,00	134,94	1662,40	70,56	112,00	235,60
2	E. 2	Superficial	1798,33	45,20	3299,90	48,80	0,00	130,55	1413,60	56,76	87,00	190,00
3	E. 3	Superficial	1303,14	61,91	3234,90	48,80	0,00	127,63	1320,40	55,26	82,60	182,00
4	E. 4	Superficial	1692,03	47,91	3224,90	45,75	0,00	114,47	1288,00	55,12	82,01	180,80
5	E. 5	1,5	1458,70	47,46	3149,91	45,75	0,00	117,39	1436,40	56,58	87,00	186,00
6	E. 5	3,0	1180,92	60,80	3199,91	48,80	0,00	124,70	1315,20	51,38	84,44	150,20
7	E. 6	Superficial	1486,85	53,91	3149,91	48,80	0,00	115,93	1351,60	53,00	89,30	177,00
8	E. 7	Superficial	1341,66	47,46	3109,91	47,27	0,00	114,47	1288,40	49,50	89,44	172,40
9	E. 8	Superficial	1298,33	43,91	3124,91	47,27	0,00	114,85	1350,80	51,40	90,62	168,20

##### Campaña 2: Septiembre 2009

Muestras N°	Ubicación	Profundidad (m)	N Total (µg/l)	P Total (µg/l)	Cloruros (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO3 (µg/l)	SO4 (µg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
1	E. 1	Superficial	1563,33	53,80	2324,93	30,50	0,00	94,73	1105,60	48,06	54,42	95,16
2	E. 2	Superficial	1497,92	48,52	2174,94	32,02	0,00	82,30	877,60	43,36	46,28	88,04
3	E. 3	Superficial	1367,96	46,80	2224,94	32,02	0,00	86,69	943,20	44,06	49,92	93,18
4	E. 4	Superficial	1170,18	47,91	2074,94	30,50	0,00	84,50	936,00	44,34	51,08	92,38
5	E. 5	Superficial	1265,06	48,52	2049,94	30,50	0,00	80,11	894,40	42,80	51,58	90,88
8	E.6	Superficial	1487,22	41,66	1939,95	33,55	0,00	77,92	896,40	41,64	52,90	86,22
7	E.7	Superficial	1046,48	44,76	1939,95	32,02	0,00	75,00	911,60	40,62	51,74	87,76
9	E. 8	Superficial	1110,14	48,52	1899,95	33,55	0,00	80,11	885,60	41,72	52,40	86,28

Campaña 3: Diciembre 2009

Muestras N°	Ubicación	Profundidad (m)	N Total (µg/l)	P Total (µg/l)	Cloruros (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO3 (µg/l)	SO4 (µg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
1	E. 1	Superficial	1276,66	82,02	3824,89	50,32	0,00	167,10	2265,00	80,58	99,55	327,20
2	E. 2	Superficial	1228,00	58,13	2129,94	42,70	0,00	83,77	1304,80	44,10	51,14	188,30
3	E. 3	Superficial	1851,66	64,91	2039,88	36,60	0,00	77,92	1165,20	46,64	47,57	179,00
4	E. 4	Superficial	1413,00	60,88	2109,92	36,60	0,00	82,30	1038,80	47,14	46,8	165,20
5	E. 5	Superficial	1509,43	70,72	2024,59	33,55	0,00	79,38	1167,60	45,94	45,17	188,10
6	E. 6	Superficial	1387,20	63,85	1941,48	33,55	0,00	73,53	1201,20	43,52	43,40	180,00
7	E. 7	Superficial	987,96	64,68	1937,72	33,55	0,00	73,53	1164,00	45,10	43,10	173,00
8	E. 8	Superficial	1235,37	66,80	1974,68	33,55	0,00	76,46	1028,00	45,40	46,56	177,50

Campaña 4: Marzo 2010

Muestras N°	Ubicación	Profundidad (m)	N Total (µg/l)	P Total (µg/l)	Cloruros (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO3 (µg/l)	SO4 (µg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
1	E. 1	Superficial	1460,00	45,00	2737,42	67,10	0,00	108,63	1537,60	62,20	92,02	319,70
2	E. 2	Superficial	1815,00	41,24	2149,93	48,80	0,00	85,96	1152,80	45,64	75,20	226,16
3	E. 3	Superficial	1576,67	39,91	2049,94	42,70	0,00	81,58	1180,80	45,56	69,48	229,68
4	E. 4	Superficial	1275,00	39,02	2037,44	42,70	0,00	79,39	1101,60	42,08	68,26	223,36
5	E. 5	Superficial	1483,33	41,80	2049,94	42,70	0,00	80,12	1092,40	43,16	66,18	219,56
6	E. 6	Superficial	1621,67	43,46	1999,94	42,70	0,00	77,92	1050,40	41,94	60,60	218,08
7	E. 7	Superficial	1378,33	41,80	1999,94	42,70	0,00	77,19	1011,20	41,88	62,02	220,08
8	E. 8	Superficial	1538,33	43,46	1974,55	42,70	0,00	77,92	1028,80	42,34	53,94	209,36

Anexo 5: Listado de fitoplancton para las campañas de muestreo. Las columnas en cada tabla corresponden a las estaciones muestreadas durante las distintas campañas realizadas como parte de este proyecto. La abundancia se expresa en organismos/ml. Más detalles están disponibles en Catalán (2010).

Tabla 1a: Resultados campaña abril 2009

Tabla 1b: Resultados campaña septiembre 2009.

Clase

Orden

Familia

Género especie

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bacillariophyceae</b>								
<b>Centrales</b>								
<b>Thalassiosiraceae</b>								
<i>Aulacoseira granulata</i>	-	-	-	-	-	0,83	0,69	0,96
<i>Aulacoseira sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella sp.</i>	3,91	2,91	7,32	7,59	2,3	3,44	6,99	6,91
<b>Pennales</b>								
<b>Achnantheaceae</b>								
<i>Achnanthes sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06
<i>Cocconeis placentula</i>	-	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis sp.</i>	0,19	0,86	-	0,59	-	0,32	-	0,36
<b>Diatomaceae</b>								
<i>Fragilaria sp.</i> <sub>1</sub>	5,33	-	-	0,65	-	0,45	-	0,18

	1	2	3	4	5	6	7	8
	0,36	-	-	-	0,99	2,28	2,05	4,12
	-	-	-	-	-	-	-	0,82
	12,3	6,6	15,7	11,5	6,9	12,6	5,1	9,1
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	1,75	-	-	-	-	-
	0,36	-	-	0,67	-	-	-	0,82

<i>Fragilaria sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra ulna</i>	4	0,51	-	2,68	-	8,22	3,58	5,35
<b>Eunotiaceae</b>								
<i>Eunotia sp.</i>	-	0,17	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	8,57	-	-
-	0,69	-	-	1,48	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1a: (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bacillaroophyceae</b>								
<b>Pennales</b>								
<b>Naviculaceae</b>								
<i>Amphora sp.</i>	0,8	-	-	-	-	0,13	-	0,06
<i>Cymbella sp.</i>	-	-	-	-	-	0,19	-	-
<i>Diploneis sp.</i>	0,17	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma sp.</i>	0,17	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Navicula sp.</i>	0,67	0,69	0,43	0,07	-	0,51	-	0,18
<b>Nitzschiaceae</b>								
<i>Nitzschia acicularis</i>	0,83	1,83	3,01	0,92	-	1,02	1,56	0,84
<b>Surirellaceae</b>								
<i>Cymatopleura sp.</i>	2,11	0,06	-	-	-	0,06	-	-
<b>Chlorophyceae</b>								
<b>Chlorococcales</b>								
<b>Botryococcaceae</b>								
<i>Dictyosphaerium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Chlorellaceae</b>								
<i>Tetraedron sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Oocystaceae</b>								
<i>Nephroclamys sp.</i>	-	-	-	1,44	-	2,33	-	12,02

Tabla 1b: (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8
-	-	0,87	0,67	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	0,49	0,57	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
1,09	-	-	-	0,49	2,28	1,02	-
-	1,73	4,37	2,7	3,96	1,14	2,56	10,72
0,36	-	-	-	-	-	-	-
5,43	6,91	10,48	6,07	0,99	0,57	0,51	4,12
0,72	-	-	-	-	-	-	-
72,4	69,06	174,7	135	99	114,2	102,4	165

Tabla 1a: (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Chlorophyceae</b>								
<b>Volvocales</b>								
<b>Chlamydomonadaceae</b>								
<i>Chlamydomonas sp.</i>	1,5	1,94	4,73	1,44	5,58	0,7	0,69	6,78
<b>Polyblepharidaceae</b>								
<i>Pyramimonas sp.</i>	3,75	4,8	9,9	13,08	12,12	6,12	9,01	6,79
<b>Zygnematales</b>								
<b>Closteriaceae</b>								
<i>Closterium acutum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Desmidiaceae</b>								
<i>Staurastum sp.</i>	-	0,17	-	-	-	-	-	-
<i>Staurodesmus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,24
<b>Cryptophyceae</b>								
<b>Cryptomonadales</b>								
<b>Cryptomonadaceae</b>								
<i>Cryptomonas sp.</i>	1,3	-	22,81	5,17	-	12,75	11,56	6,43
<b>Cyanophyceae</b>								
<b>Nostocales</b>								
<b>Nostocaceae</b>								
<i>Anabaena sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1b: (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8
4,35	12,43	3,49	9,45	6,43	10,28	10,75	22,27
0	2,42	3,49	2,7	1,48	2,28	3,07	4,12
7,97	2,07	3,49	7,42	5,44	8,57	6,14	9,9
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
2,54	13,12	19,22	10,8	7,42	12,56	7,17	9,9
2,9	0,69	-	-	-	-	-	-

Tabla 1a: (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Dinophyceae</b>								
<b>Peridinales</b>								
<b>Peridiniaceae</b>								
<i>Glenodinium sp.</i>	1,11	11,42	43,04	2,49	2,91	1,02	2,95	1,5
<b>Euglenophyceae</b>								
<b>Euglenales</b>								
<b>Euglenaceae</b>								
<i>Euglena viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena sp.</i>	-	-	-	0,26	-	0,06	1,1	0,48

Tabla 1b: (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8
5,43	8,29	8,73	6,75	11,88	12,56	8,7	10,72
1,45	6,91	1,75	5,4	0,99	2,28	2,56	9,07
0,36	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2a: Resultados campaña diciembre 2009.

Tabla 2b: Resultados campaña abril 2010

Clase

Orden

Familia

Género especie

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bacillariophyceae</b>								
<b>Centrales</b>								
<b>Thalassiosiraceae</b>								
<i>Aulacoseira granulata</i>	-	-	-	-	0,45	5,52	3,78	2,21
<i>Aulacoseira sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,91
<i>Cyclotella sp.</i>	20,3 4	3,22	5,00	4,67	6,09	6,20	7,00	12,1 1
<b>Pennales</b>								
<b>Achnantheaceae</b>								
<i>Cocconeis placentula</i>	-	0,14 8	0,22 1	-	-	0,14	-	1,30 2
<i>Cocconeis sp.</i>	0,51	0,15	0,51	0,42	0,22	0,41	1,40	2,74
<b>Diatomaceae</b>								
<i>Asterionella formosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria sp<sub>1</sub>.</i>	0,10	0,25	0,07	-	-	0,14	-	0,39
<i>Fragilaria sp<sub>2</sub>.</i>	-	0,15	0,29	-	-	0,20	0,84	-
<i>Synedra ulna</i>	0,51	0,59	0,07	0,14	0,52	0,20	-	1,69
<b>Naviculaceae</b>								
<i>Amphora sp.</i>	-	0,05	0,15	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma sp.</i>	0,20	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula sp1.</i>	0,61	0,67	0,15	0,09	0,30	0,20	0,28	1,04

1	2	3	4	5	6	7	8
-	-	-	0,52	1,00	3,93	4,16	4,75
-	-	-	-	0,14	0,86	-	0,89
8,80	1,05	4,76	5,84	6,71	5,17	5,60	5,79
0,84	0,57	-	-	0,21	-	0,25	0,89
1,41	0,49	-	-	0,29	0,38	0,25	0,89
-	-	-	-	-	0,10	-	-
1,41	0,00	-	-	0,07	0,48	-	-
0,70	-	-	-	0,50	0,38	-	-
0,28	-	0,43	2,22	1,71	0,86	0,68	0,89
0,21	-	-	-	-	-	-	-
0,14	-	-	-	-	-	-	-
0,56	0,16	0,29	0,07	-	0,19	-	-

<i>Navicula sp2.</i>	-	0,20	-	-	0,22	-	-	-
<i>Navicula sp3.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

0,49	0,16	0,14	-	-	-	0,42	-
-	0,08	-	-	-	-	-	-

Tabla 2a: (continuación).

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bacillariophyceae</b>								
<b>Pennales</b>								
<b>Nitzschiaceae</b>								
<i>Denticula sp.</i>	-	0,049	-	0,047	-	-	-	-
<i>Nitzchia acicularis</i>	0,61	2,55	7,87	6,54	6,31	5,86	11,63	17,19
<i>Nitzchia sp1.</i>	-	-	-	0,19	-	-	-	-
<i>Nitzchia sp2.</i>	-	-	-	0,05	0,22	-	-	-
<b>Surirellaceae</b>								
<i>Cymatopleura sp.</i>	0,20	-	-	-	-	0,07	-	-
<i>Surirella sp.</i>	-	0,05	-	-	0,22	0,07	-	-
<b>Chlorophyceae</b>								
<b>Chlorococcales</b>								
<b>Botryococcaceae</b>								
<i>Dictyosphaerium sp.</i>	0,10	0,30	0,44	-	0,07	0,14	-	-
<b>Chlorellaceae</b>								
<i>Tetraedron sp.</i>	-	-	-	-	-	0,07	-	-
<b>Coelastraceae</b>								
<i>Coelastrum sp.</i>	0,41	0,20	0,15	0,33	0,67	1,36	0,56	-
<b>Oocystaceae</b>								
<i>Nephroclamys sp.</i>	1,42	0,92	9,34	7,42	14,85	11,24	28,02	26,05
<b>Scenedesmaceae</b>								
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	-	-	0,09	-	-	-	-

Tabla 2b: (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8
-	-	-	0,07	-	-	-	0,15
0,42	0,57	8,94	12,85	5,57	10,54	3,22	29,70
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
1,48	-	-	-	-	0,10	-	-
0,07	0,08	-	-	-	-	-	0,30
-	-	0,14	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
0,14	-	0,43	0,30	1,14	0,77	0,34	1,48
14,07	6,65	28,83	14,77	14,28	19,16	16,97	24,35
-	-	-	0,22	-	0,10	-	-

Tabla 2a: (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Chlorophyceae</b>								
<b>Volvocales</b>								
<b>Chlamydomonadaceae</b>								
<i>Chlamydomonas sp.</i>	3,25	1,04	2,28	4,25	1,93	2,11	1,40	0,78
<b>Polyblepharidaceae</b>								
<i>Pyramimonas sp.</i>	16,98	2,65	14,70	9,06	7,35	8,99	4,76	6,64
<b>Zygnematales</b>								
<b>Closteriaceae</b>								
<i>Closterium acutum</i>	0,71	0,79	0,81	1,77	1,71	0,82	1,68	3,52
<b>Desmidiaceae</b>								
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastum sp.</i>	-	0,07	-	-	-	-	0,14	-
<i>Staurodesmus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cryptophyceae</b>								
<b>Cryptomonadales</b>								
<b>Cryptomonadaceae</b>								
<i>Cryptomonas sp.</i>	3,05	1,63	4,85	3,64	2,82	5,72	5,88	3,13
<b>Cyanophyceae</b>								
<b>Nostocales</b>								
<b>Nostocaceae</b>								
<i>Anabaena sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2b: (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8
0,28	1,05	-	0,37	-	0,29	0,42	-
12,39	16,23	14,13	4,73	4,71	5,84	4,92	9,65
-	0,41	2,02	1,85	1,86	8,81	3,82	8,02
-	-	9,66	10,71	11,56	14,85	15,10	17,82
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	0,22	-	0,10	-	0,15
2,25	0,97	2,31	2,81	1,43	1,05	1,10	1,34
-	-	-	1,99	-	-	-	-

Tabla 2a: (continuación).

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Dinophyceae</b>								
<b>Peridiniales</b>								
<b>Ceratiaceae</b>								
<i>Ceratium hirundinella</i>	-	0,025	-	-	-	-	-	-
<b>Peridiniaceae</b>								
<i>Glenodinium sp.</i>	1,63	2,03	4,78	2,01	5,72	13,62	9,25	5,86
<i>Peridinium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Euglenophyceae</b>								
<b>Euglenales</b>								
<b>Euglenaceae</b>								
<i>Euglena viridis</i>	0,71	0,22	0,15	0,37	0,30	0,48	-	0,26
<i>Euglena sp.</i>	-	-	-	-	-	0,07	0,28	0,26

Tabla 2b: (continuación).

1	2	3	4	5	6	7	8
-	-	-	-	-	-	-	-
1,76	13,79	12,69	2,73	7,57	6,71	5,52	10,25
0,21	1,22	-	-	-	-	-	-
0,28	1,62	1,15	2,36	0,93	2,68	2,97	3,56
-	-	-	-	-	-	-	-

## Registro Fotográfico Fitoplancton



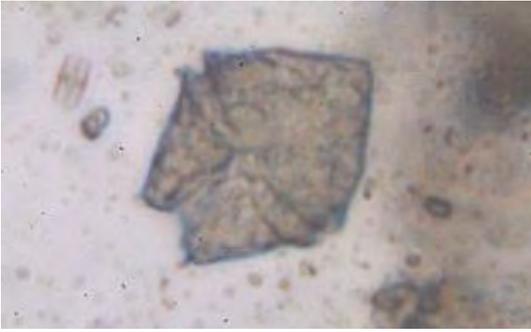
*Fragilaria sp<sub>1</sub>*.



*Cyclotella sp.*



*Fragilaria sp<sub>2</sub>*.



*Glenodinium sp.*



*Pyramimonas sp.*



*Euglena viridis*

Anexo 6: Abundancia de organismos del zooplancton (ind/l) en muestras colectadas durante el desarrollo del proyecto.

	<i>Acartia tonsa</i>	<i>Cyclopoida 1</i>	<i>Harpacticoida 1</i>	<i>Nauplius</i>	<i>Daphnia pulex</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Podon polyphemoides</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Keratella sp</i>
1er muestreo											
Estación 1	0.69	*	*	1.13	*	*	*	0.01	11.21	13.94	*
Estación 2	0.75	*	*	1.06	*	*	*	0.08	17.83	9.16	*
Estación 3	2.34	*	*	0.63	*	*	*	0.06	12.86	3.26	*
Estación 4	1.41	*	*	0.85	*	*	*	0.11	4.16	0.41	*
Estación 5	1.05	*	*	1.04	*	*	*	0.23	4.21	3.22	*
Estación 6	0.87	*	*	1.69	*	*	*	0.30	6.42	1.99	*
Estación 7	1.39	*	*	1.39	*	*	*	0.03	3.74	1.72	*
Estación 8	0.99	*	*	0.50	*	*	*	0.11	7.41	0.62	*
2do muestreo											
Estación 1	0.03	0.09	*	0.25	0.01	*	*	0.05	*	*	*
Estación 2	0.03	0.04	*	0.01	*	*	*	0.19	*	*	0.01
Estación 3	0.04	0.01	*	*	*	*	*	0.16	*	*	*
Estación 4	0.02	0.01	*	0.00	*	*	0.01	0.36	*	*	*
Estación 5	0.03	0.00	*	*	*	0.00	0.01	0.41	*	*	*
Estación 6	0.06	0.02	*	0.01	*	*	0.00	0.26	*	*	*
Estación 7	0.03	0.08	*	0.00	*	*	*	0.31	*	*	*
Estación 8	0.04	0.02	0.00	0.02	*	*	*	0.66	*	*	*
3er muestreo											
Estación 1	0.71	0.03	*	0.25	*	*	0.28	0.05	0.37	*	*
Estación 2	0.69	*	*	0.01	*	*	0.05	0.89	0.56	0.35	*
Estación 3	0.43	*	*	0.00	*	*	*	0.57	1.02	0.60	*
Estación 4	1.27	*	*	0.07	*	*	*	0.31	0.65	0.31	*
Estación 5	1.13	*	0.02	*	*	*	*	0.10	1.76	*	*
Estación 6	0.96	*	0.01	*	*	0.00	0.01	0.44	1.28	*	*
Estación 7	1.31	0.06	*	0.09	*	*	0.01	0.27	1.17	*	*
Estación 8	1.42	0.00	0.03	0.09	*	*	0.02	0.17	1.68	*	*
4to muestreo											
Estación 1	0.35	*	*	0.03	*	*	*	0.49	0.03	*	*
Estación 2	0.07	*	*	0.04	*	*	*	0.02	0.03	*	*
Estación 3	0.11	*	0.00	0.05	*	*	0.01	0.22	0.04	*	*
Estación 4	0.13	*	0.01	0.03	*	*	*	0.07	0.03	0.01	*
Estación 5	0.05	*	*	0.01	*	*	*	0.06	0.02	*	*
Estación 6	0.08	*	0.02	0.04	*	*	*	0.11	0.00	*	*
Estación 7	0.05	*	0.01	0.07	*	*	*	0.23	0.02	0.01	*
Estación 8	0.08	*	0.03	0.09	*	*	0.00	0.80	0.03	*	*

## Anexo 7: Resúmenes revisión bibliográfica

### TESIS

**1.- Aguilera R., Saavedra, C., Villa, M. (1983). Estudio florístico de las riveras del lago Budi. Tesis.- Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: flora ribereña.

El estudio se enmarca en la obtención de un catálogo de especies florísticas del lago Budi y de la caracterización de estas. Como antecedente importante de este estudio, se realiza una descripción del origen del lago, destacando que este se debió a un fenómeno tectónico que dejó encerrada aguas oceánicas a medida que el litoral entraba en retroceso durante el último período glacial. La geología de la zona demuestra, además, un hundimiento progresivo del lago, mientras el nivel del agua sube cada día y el banco de la desembocadura del río Budi es cada vez más alto. Se dividió el estudio en cuatro sectores de muestreo, a partir de las cuales se colectan muestras de ribera de lago: *Sector I*: Reducción Allipén; *Sector II*: Huentén; *Sector III*: Puerto Domínguez; *Sector IV*: Temo.

Los resultados entregan un catálogo de especies de ribera para el lago Budi. La vegetación existente ha tenido que adaptarse, por lo cual es típico encontrar especies propias de marismas. Destacan aquellas especies que abarcan las mayores extensiones del lago, desarrollándose de preferencia en lugares de baja salinidad y protegidos del fuerte oleaje, como el sector I y IV con las menores salinidades (4,1 y 0,041 PSU, respectivamente) producto de una afluencia de aguas dulces. El alto grado de salinidad determinado por aguas eminentemente salobres del Sector II (11,8 PSU) constituye un medio para el desarrollo de solo algunas especies, lo es también en este sentido la acción eólica marina. Destaca la adaptación a condiciones salinas, de especies como la totora (*Scirpus californicus*), junquillo (*Juncus procerus*), *Miriophyllum aquaticum* y *Potamogeton pectinatus*, además de algunas algas como *Enteromorpha intestinalis* y *Rhizoclonium tortuosum* y algunas angiospermas como *Ruppia marítima*.

La presencia de un alto porcentaje de especies alóctonas (43,8%) evidencia una fuerte acción antropogénica del lugar.

**2.- Alvarez, E. (1999). Definición de áreas para restaurar los suelos mediante repoblación con vegetación nativa en la cuenca del río Budi IX Región. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: ecología-restauración.

Uno de los principales problemas en la cuenca del Lago Budi que afecta a la agricultura, es la mala calidad de los suelos. Abarca categorías que van desde la capacidad de uso III a VIII, de los cuales un 78,8% de los suelos son de aptitud ganadera y/o forestal, el 22,8% son de aptitud agrícola con serias limitaciones y el 3,3% son suelos improductivos. Los suelos de aptitud agrícola en este sector han sufrido una intensa presión de uso, debido al exceso de la división predial de la tierra.

La desembocadura del lago es a través del río Budi, que posee un largo del cauce superficial de 7 km, que durante los meses de primavera pierde su comunicación con el mar.

En la cuenca del Lago Budi predomina el uso agrícola con un total de 19.547 ha (39,1%). Luego le sigue el uso ganadero con 11.557 ha de praderas.

Los procesos de erosión registrados para la cuenca corresponden a erosión en manto con 531 ha (1,1%) la cual se considera incipiente y erosión lineal con 121 ha (0,3%) la que se considera moderada.

Las áreas a restaurar corresponden a suelos con alta pendiente, con capacidad de uso V-VI-VII. La cuenca del Budi presenta una alta potencialidad de restauración mediante la incorporación de especies de *Nothofagus*.

**3.- Antimán, M. y Martínez, C. (2005) Grado de antropización, evaluación y modelación matemática del nivel trófico del lago Budi como base para determinar su comportamiento ambiental. Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco.**

Área de investigación: ecología-eutrofización.

El objetivo de este estudio es evaluar el estado actual y predecir la evolución del nivel trófico del lago Budi, mediante la modelación matemática en función de parámetros físicos, químicos y biológicos. Se realiza una caracterización del lago Budi en comparación con los lagos salados Huillinco y Cucao. En general el lago Budi presenta un estado de trofía menor a los otros, además de una mayor concentración de oxígeno disuelto y una menor conductividad. El estudio hace además una caracterización climática, socioeconómica, de usos de suelo, vegetacional, geológica y geomorfológico, hidrológica y limnológica, dando énfasis en la relación Nitrógeno-Fósforo y en el estado de eutrofización del lago, sobre el cual se deduce que el fósforo es el nutriente limitante de la productividad del sistema. A partir de los resultados, se determina también que de acuerdo a la clasificación para el proyecto de norma secundaria de calidad de agua, la conductividad es el único parámetro que clasifica al lago Budi con una mala calidad de agua (clase 4). Según las clasificaciones internacionales el lago Budi presenta un estado eutrófico, sin embargo se debe resaltar que la clasificación propuesta por el proyecto de la Norma secundaria de calidad es menos exigente, ya que solo los parámetros de fósforo y disco secchi permitieron corroborar el estado eutrófico del lago Budi (no así las variables nitrógeno y clorofila a). Al evaluar el nitrógeno, el mismo proyecto el lago se encontraría en un proceso de transición entre los estados oligotrófico y mesotrófico, hecho también refutado por las clasificaciones internacionales. Considerando el nivel trófico del lago Budi, se definen los usos del recurso hídrico para deportes náuticos sin contacto directo, riego y producción de energía.

Se sostiene que el lago Budi es un sistema bastante diferente al resto de los lagos chilenos ya que presenta una clara limitación por fósforo, siendo este nutriente el más importante en el proceso de eutrofización ya que determina el nivel trófico y se presenta como un indicador de la mala calidad del agua. En el contexto de las posibles fuentes contaminantes considera que la agricultura es una de las principales causas del deterioro de la calidad del agua, particularmente en la cuenca

del río Budi, el uso agrícola ocupa un 44,67% de la superficie total. Los resultados del modelo de estimación de nutrientes en invierno, entran al lago hasta 32.61 y 267.28  $\text{mgm}^{-2}$  de fósforo total y nitrato, mientras que en verano llegan 61 y 14  $\text{mgm}^{-2}$  respectivamente.

Finalmente se determina que para el control de la eutrofización del lago Budi es necesario establecer lineamientos generales de gestión. Para ello se propone la gestión de los espacios rurales, planificando el uso de suelo a escala regional (cuenca hidrográfica), reducción de nutrientes en el origen, fósforo y nitrógeno en principio para evitar la eutrofización. Es imprescindible realizar investigaciones limnológicas que recojan series temporales de muestreos mensuales con el fin de predecir con propiedad la evolución del sistema (modelos).

Los resultados muestran que las subcuencas con mayor grado de antropización y aporte de nutrientes son las drenadas por los esteros Temo y Comué. Se comprobó el estado eutrófico y la limitación del fósforo en el crecimiento del fitoplancton, mientras que la calidad del recurso agua fue mala de acuerdo a las clasificaciones propuestas. Se infiere que el lago Budi no posee estratificación térmica. Se concluye, que el proceso de eutrofización que experimenta el lago Budi se debe al acelerado enriquecimiento de nutriente, producto del aporte de las fuentes difusas (actividades agropecuarias) que existen en la cuenca (grado de antropización).

**4.- Araya, M.J. (2004) Un Acercamiento a la construcción identitaria de las mujeres mapuche rurales en el actual contexto de modernización. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.** Disponible en: [http://www.cybertesis.cl/sdx/uchile/notice.xsp?id=uchile.2004.araya\\_m\\_principal&qid=pcd-q&base=documents&id\\_doc=uchile.2004.araya\\_m&dn=1](http://www.cybertesis.cl/sdx/uchile/notice.xsp?id=uchile.2004.araya_m_principal&qid=pcd-q&base=documents&id_doc=uchile.2004.araya_m&dn=1)

Area de investigación: antropología, identidad mapuche.

Este trabajo aborda la temática sobre la conformación identitaria de las mujeres mapuche rurales dados los actuales procesos de modernización que intervienen en sus comunidades y que posibilitan la reestructuración de sus formas de vida. Desde una orientación cualitativa, se trabajó

con las mujeres mapuches de la comunidad “Rucatraro”, ubicada en el Lago Budi, perteneciente a la comuna de Puerto Saavedra, en la Novena Región de la Araucanía. Dada la perspectiva de género, se intentó a su vez, abordar las percepciones que los hombres mapuches de la comunidad elaboran acerca de las mujeres. Este estudio, pretende así contribuir a fortalecer el respeto por el otro étnica y genéricamente diferenciado, a fin de lograr relaciones sociales basadas en el respeto de la diferencia y al mismo tiempo en el reconocimiento del derecho a la igualdad.

**5.- Biscar, M.S. (2002) Protección jurídica ambiental del humedal del Lago Budi. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: propuesta jurídica, conservación.

Definición ADI: Espacios territoriales en los que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades.

Art. 26. Ley 19.253. Protección, Fomento y Desarrollo Indígena.

Criterios de constitución ADI:

- Que se trate de espacios territoriales en que hayan vivido ancestralmente las etnias indígenas.
- Que exista una alta densidad poblacional indígena.
- Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas
- Homogeneidad ecológica
- Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de esos territorios, tales como el manejo de cuencas, ríos, ribera, flora y fauna.

El ADI Budi fue creado en 1997, mediante decreto supremo del Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN). Según el decreto existen 47 comunidades indígenas en las riberas de lago.

La tesis realiza una propuesta jurídica para la protección del algo Budi. Se propone prorrogar decreto existe, declarar área silvestre protegida, constituir reserva marina, declarar área Ramsar.

**6.- Caniguan, N. (2007). Municipio, Identidad y Alcalde Mapuche. Estudio de caso en la Comuna de Puerto Saavedra. Escuela de Antropología, Universidad Académica de Humanismos Cristiano.**

Area de investigación: antropología, identidad étnica, identidad cultural.

El documento presenta muy detalladamente los problemas relacionados a la constitución de Municipio como una instancia mínima de ejercicio del gobierno a nivel local y la mantención de la identidad étnica mapuche. Así como las distintas contradicciones del pueblo mapuche respecto de que este sea bueno o no para las comunidades originarias que viven en el área indicada. Considerando el municipio como un tipo más de intervenciones del Estado chileno, donde a pesar de la ayuda que este proporcione en relación a la administración y desarrollo de la región, ellos han podido emprender acciones para mantener parte de la identidad mapuche. La comuna de Saavedra, lugar geográfico donde se desarrolla el estudio, ha elegido para su administración a alcaldes mapuches, desde el año 2000 en adelante, dentro de la población existen dos Posturas: Las Organizaciones Indígenas se han posicionado dentro de nuestra sociedad desde diversas estrategias, algunas más radicales que otras. Por otro lado hay un sector en que existe un rechazo por completo a la sociedad chilena y se espera un desarrollo autónomo de la Cultura Mapuche. También hay posturas más conciliadoras que apuestan a un entendimiento con la sociedad mayor; y también tenemos aquellos que han optado por utilizar los espacios que posee la institucionalidad del país, con objeto de sacar el máximo de provecho en pos de su pueblo.

**7.- Catalán, J. M., Lobos, J.C., Plaza, R. (1986) Contribución al conocimiento de la ictiofauna del lago Budi. Universidad de la Frontera, Temuco.**

Área de investigación: ictiofauna

Se realizaron muestreos de peces y de parámetros físicos y químicos (nivel del lago, temperatura, transparencia y pluviometría) en el Lago Budi entre Junio de 1985 a Junio 1986. Para ello se establecieron cuatro estaciones de muestreo ubicadas en las comunas de Puerto Domínguez y Puerto Saavedra (E1: 2.500 m al sur de Puerto Domínguez; E2: 1.500 m al sur de Puerto Domínguez; E3: 1.000 m al este de isla Pilar; E4: En Puerto Saavedra).

Los resultados indican que se recolectaron muestras de liza, róbalo, carpa, lenguado, pejerrey, huaiquil, trucha salmonidea y anchoveta en E2. En la E3 se obtuvieron muestras de lenguado, pejerrey, anchoveta, huaiquil y lisa.

El informe entrega también tablas con los resultados del promedio de temperaturas mensuales entre 1985 y 1986 para los parámetros físicos y químicos.

**8.- Catalán L. (2010). Variación espacial y temporal (otoño-invierno) del fitoplancton, y su relación con variables abióticas de un lago salino: Lago Budi (38°52' S; 73° 18' W). Seminario de Título, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.**

Área de Investigación: Ecología acuática.

El objetivo de esta tesis fue estudiar la condición ambiental del Lago Budi caracterizando el fitoplancton presente en las temporadas de otoño e invierno, para determinar la relación entre los distintos géneros y las variables abióticas que más se relacionan con la composición y estructura fitoplanctónica. En base a esto se generó un índice de calidad ambiental.

Los resultados indican que existe una modificación temporal en la composición del sistema acuático, dependiendo de las diferentes estaciones del año. Existen diferencias en el tipo de biota

y la distribución dentro del sistema. Esto además está dado por la influencia marina y manipulación de la barra.

Se observó mayor abundancia y riqueza de géneros fitoplanctónicos en el periodo invernal, pero menor diversidad dada por una alta dominancia de *Nephroclamys sp.* Debido a las lluvias invernales, en este periodo se encontró una disminución de los nutrientes, cloruros y sodio.

En ambos periodos, se encontró que existe mejor calidad de agua en las estaciones donde existe influencia marina.

**9.- Chavarría, A. (2005) Elementos de evaluación ambiental del uso del suelo para un plan de ordenamiento territorial en el área de desarrollo indígena Lago Budi (ADI-Budi). Universidad de La Frontera, Temuco.**

Área de investigación: evaluación ambiental, ordenamiento territorial

El deterioro ambiental en el Área de Desarrollo Indígena Lago Budi es causa de problemas sociales, culturales y económicos de importancia.

Las causas del deterioro ambiental presente en la zona se relacionan fundamentalmente con el manejo de los recursos naturales y la tenencia de la tierra, según FAO 2000: “La forma de propiedad de la tierra más común es la de pequeña propiedad promediando las 5 has por unidad económica familiar; con suelos degradados y erosionados, sin presencia de bosque nativo y con recursos exóticos en plena explotación. Los principales problemas de manejo de los recursos naturales en la cuenca del Lago Budi dicen relación con la tala y degradación de la cubierta vegetal, la forestación con especies de mayor demanda evapotranspirativa, el sobrepastoreo, la pérdida de fertilidad de los suelos por siembre continuada y la erosión. Se identifica una posible contaminación de la red hidrográfica por fertilizantes minerales, pesticidas y residuos”.

En 1997 Mideplan a propuesta de CONADI, define el Área de Desarrollo Indígena Lago Budi, reconociendo su alta densidad de población indígena y la estrecha relación de esta con sus recursos naturales. Numerosos son los estudios desarrollados en esta área, así como los proyectos de inversión pública implementados con débiles resultados y escaso impacto.

**10.- Durán, E. (2005). Biomagnificación del contenido de cobre en el Lago Budi (IX región, Chile).  
Universidad de Talca.**

Area de investigación: biomagnificación de cobre en Huaiquíl

El presente estudio utiliza la especie *Micropogonias manni* (Huaiquíl), pez originario del lago Budi, con el interés de determinar su contenido de cobre debido al alto consumo que existe por parte de la población de Puerto Domínguez (IX Región), y por tanto al fenómeno de biomagnificación que podría estar ocurriendo.

Para el estudio fueron elegidas nueve estaciones de muestreo: Río Budi, Temo, Allipén, Comué, Bolleco, Botapulli, Deume 1, Deume 2 y Deume 3. Se evaluó el contenido de cobre en aguas de baja salinidad del lago, en sólidos suspendidos orgánicos y en muestras representativas de hígado y músculo de *Micropogonias manni*, considerando machos y hembras. En cada lugar de muestreo se midieron parámetros fisicoquímicos de temperatura, pH, salinidad y sólidos suspendidos (fracciones orgánicas e inorgánicas).

Los resultados indican que existen zonas del lago Budi que presentan una alta salinidad debido a la intrusión del agua de mar (35 PSU). Los niveles de cobre, por su parte, se encuentran sobrepasados en el nivel máximo aceptable según la EPA (2.9 µg/L) en 7 de las 9 estaciones de muestreo quedando libres sólo Comué y Bolleco. Por otro lado, los niveles de cobre en sólidos suspendidos totales se encuentran en niveles máximos (247 µg/g) dentro de la fase inorgánica (sedimentos en suspensión). En relación al contenido de cobre en la especie *Micropogonias manni* se puede observar, de acuerdo al estudio estadístico que en el caso del hígado existe una relación

en el largo y el peso del hígado con respecto a la acumulación de cobre. Sumado a esto, se determina que la concentración de cobre en el pez es superior a la del agua lo cual prueba la existencia de un fenómeno de biomagnificación.

**11.- Encalada, E. (2006). Variación espacio – temporal de la microinfauna de la Laguna Costera Budi (Lago Budi), IX Región, Chile. Universidad Austral de Chile, Escuela Biología Marina, Facultad de Ciencias.**

Area de investigación: ecología acuática

En este trabajo se pretende evaluar como varía a lo largo del año la distribución y abundancia de la microfauna y como se relaciona esto con las variaciones de materia orgánica en los sedimentos. Se ha visto que su distribución se relaciona con las condiciones de salinidad, temperatura y características del sedimento. El lago Budi, área protegida, posee una gran cantidad de nutrientes que le permitirían estar actuando como un sistema de refugio, alimentación, reproducción entre otros para diversas especies de animales y plantas, sin embargo el sistema se encuentra sometido a una fuerte presión antropogénica dado que en el borde se llevan a cabo una serie de actividades agrícolas lo cual estaría contribuyendo a aumentar la carga de materia orgánica depositada en el lago. De esta forma la macrofauna actúa como indicador para evaluar los cambios que se producen en el sistema. Los resultados muestran que existe una relación entre la materia orgánica presente en los sedimentos y la abundancia de macrofauna. La mayor abundancia y distribución de especies se dio en otoño lo que se explicaría por una mayor concurrencia de precipitaciones y vientos que permitirían que el sistema se mezcle y arrastre la materia orgánica impidiendo su sedimentación. El mayor aporte de materia orgánica proviene de actividades agrícolas que en épocas estivales tienen su máximo de descarga y en segundo lugar el aporte proveniente de las fecas de aves. Los grupos de macrofauna más abundantes fueron moluscos y poliquetos. Las conclusiones señalan que existe una variación espacio- temporal que podría asociarse a interacciones biológicas con otros organismos como peces bentofagos y plantas o a la variación de materia orgánica presente en los sedimentos provenientes de actividades agrícolas y fecas de

aves. Se establece que es necesario seguir muestreando para determinar si este patrón corresponde a un ciclo natural o a una alteración producto de la actividad antropogénica.

**12.- Espinoza, L. (2005) Caracterización del funcionamiento productivo en la comunidad Mapuche Pascual Segundo Painemilla, área de desarrollo indígena Lago Budi, comuna de Puerto Saavedra. Universidad de la Frontera, Temuco.**

Area de investigación: actividades productivas de comunidades indígenas.

La comunidad Pascual Segundo Painemilla se encuentra en un sector litoral de sedimentación marina. Es una pequeña comunidad indígena que no supera las 5ha en promedio por grupo familiar (14 familias). El crecimiento de la población disminuye el área por familia. Su economía es de subsistencia basada en trueque local y venta con infraestructura y tecnología rudimentarias.

El objetivo de esta tesis es realizar una caracterización del funcionamiento productivo de la comunidad. El principal problema ambiental es la degradación del recurso suelo por sobrepastoreo y sobrelaboreo y quema de rastrojos.

Características de población: 57 habitantes en total, 29 hombre y 28 mujeres, 4 personas en promedio por grupo familiar. 28% niños entre 0 y 15años, 12,1% mayores de 65 años. En personas mayores de 18 años el 46% no termino educación básica, 16% si. 14% tiene educación media incompleta y 16% la completo, 3 personas tienen educación técnica incompleta. Las ocupaciones son: 40,3% estudios, Trabajo explotación silvoagropecuaria 28% y actividades domesticas 22,8%.

Las 14 familias tienen tierras propias al interior de la comunidad, 64,4ha en total. El 100% de los jefes de explotación dicen que la principal orientación de las unidades productivas es para autoconsumo y venta de productos. Principales rubros de autoconsumo agrícola ganadero (papas, trigo, legumbres y cerdo).

Caracterización de los sistemas productivo: subsistema agrícola principalmente monocultivos de trigo, papa y avena. 13 familias practican rotaciones en sus cultivos de tres modos, el mas común es: pradera-papa-trigo o avena-pradera (2 o 3 años) (57,1%)

Los ingresos por venta de productos son mayoritariamente trimestrales, en segundo lugar son anuales y en ocasiones semestrales. Por venta de carne y huevos pueden ser mensuales. Las ventas generalmente son a vecinos de la comunidad o cercanos (conocidos). En menores ocasiones a mercado o a quienes se acerquen a comprar. El 42,8% de las familias tienen huertos frutales (manzanas, peras, damascos, duraznos, ciruelas y cerezas), en promedio 312 m<sup>2</sup>.

El 64% de las familias tienen huerto hortícola (cilantro, ají, orégano, chalota, ajo, lechuga, haba, arveja, maíz, poroto y tomate. Se utiliza abono orgánico (estiércol de animales), riego manual con baldes y control manual de malezas. El 79% de las familias tiene bovinos (32 cabezas total de la comunidad), 36% tiene ovinos (14 cabezas en total), 86% posee cerdos (73 cabezas en total), y 21,4% equinos (4 cabezas en total) y 100% tiene aves domesticas (322 cabezas en total). Solo el 35,7% de las familias consume leche de vaca. La carne ovina se produce tanto para autoconsumo como para venta, por todas las familias. El 57% de las familias solo produce carne porcina para autoconsumo. La carne de ave y huevos es solo para autoconsumo.

El 100% de las familias usa la pradera para el pastoreo de lo animales, también se utiliza heno de feno, broza y avena. El bosque nativo está presente en predios de 7 familias, 6,177ha en total. Boldo, avellano, olivillo y laurel son las especies presentes. Se explota para: leña, estacas y materia prima para maquinaria agrícola como arados de palo.

Vegetación exótica presente en el predio de 11 familias, 4,11 ha en total. Eucalipto, pino, ciprés y aramo. Utilizados como: metro ruma, leña, cortina corta viento, madera estructural y cerco vivo.

El 100% de las familias utiliza carbón, 6 sacos anuales por familia. La infraestructura al interior de la comunidad está representada por energía eléctrica y apotreramiento, 92,85 y 100% respectivamente.

**13.- Flores, B. (2003). Atractivos y demanda turística actuales en el ADI Lago Budi, IX Región. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: turismo, área de desarrollo indígena (ADI)

Características del ADI Lago Budi:

- Existencia de 47 comunidades en el sector del lago (92 comunidades en registros de CONADI).
- Alta densidad poblacional
- Identidad indígena, permanencia histórica en el territorio de ciertos rasgos culturales, mantenidos por las autoridades locales.
- Condición de extrema pobreza
- Intervenciones: relativas a la conservación patrimonio ecológico, desarrollo turístico y el aprovechamiento de sus recursos.

Características de la población:

- En el ADI Budi habitan 13.211 personas (CONADI, 2001). Edad promedio 31 años 26,9% población pequeño productor, 4,8% empleado, 3,1% trabajador por cuenta propia, 18,7% estudiantes y 8,3% no desarrolla actividad.
- 204 hogares disponen de agua para riego proveniente de pozos, esteros y vertientes.
- Deficientes indicadores de salud

Actividad turística

Los atractivos más representativos para el ADI Lago Budi son: folklore y manifestaciones populares. Lugares de observación de flora y fauna. En el área se han identificado 159 especies

Las condiciones actuales que presentan los recursos naturales en el ADI Lago Budi, no potencian el desarrollo turístico en el área, debido al deterioro ambiental (pérdida productiva de suelos, pérdida de bosque y eutroficación del Lago Budi).

El ADI Lago Budi presenta un flujo turístico casi inexistente, debido a que no cumple con las condiciones demandadas por los turistas, como: debilidad en oferta turística, accesibilidad, información y señalización. (La tesis presenta un listado de la avifauna presenten en el Lago Budi y áreas adyacentes).

**14.- Gilchrist, M. (2002). Estimación del balance hídrico en unidades representativas de la cuenca del río Budi como base para determinar su comportamiento ambiental Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: balance hídrico, erosión

El trabajo se desarrolló en el sector Romopulli ubicado en la cuenca del río Budi. Este sector tiene características geomorfológicas y morfométricas que lo hacen susceptible a erosión. Tiene una capacidad de uso preferentemente forestal, pero es usado para actividades agrícolas (avena, papa y trigo) lo cual mantiene el suelo descubierto gran parte de año, expuesto a la precipitación, lo que aumenta el arrastre de sedimentos.

Los resultados indican que se producen almacenamiento de agua que genera un aporte de agua al lago. En cultivos agrícolas es de  $3.45 \text{ mm/m}^2\text{-mes}$  y en plantaciones de pino de  $1.52 \text{ mm/m}^2\text{-mes}$ .

Se comparan las pérdidas de suelo para cultivos en labranza tradicional y cultivo en curvas de nivel. Las mayores pérdidas se dan en cultivos en curvas de nivel de avena y trigo, las que presentan mayores pendientes, en cultivos que están a menor pendiente como la papa hay mayores pérdidas en cultivos tradicionales. Resultados respaldan la idea de que los cultivos en curvas de nivel son efectivos en bajas pendientes (FAO 2002).

Los resultados señalan que se almacenan alrededor de  $41.4 \text{ mm/m}^2\text{-año}$  de agua lo cual provoca un aumento en el nivel de agua del lago. Por otro lado, se pierde aproximadamente  $581 \text{ g/m}^2\text{-año}$

de suelo, lo que a su vez aporta sedimentos al lago, disminuye la fertilidad del suelo, genera pérdida de nutrientes los que acidifican el suelo y eutrofican en lago.

**15.- González, A. (2000). Evaluación del recurso vegetacional en la cuenca del río Budi, situación actual y propuesta de manejo. Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: vegetación

El estudio tiene como objetivo la realización de un catálogo de la flora presente en comunidades nativas de la cuenca del río Budi. Se determinaron un total de 113 especies, donde el origen fitogeográfico indica que 80 de ellas son nativas (71,4%) y 30 introducidas (26,8%) y dos de características cosmopolitas (1,8%). En los tipos vegetacionales de Roble-Laurel y Lingue y bosque de Olivillo presentes en la cuenca predominan las especies nativas. Por otro lado, en los tipos vegetacionales de Juncal y Totoral el número de especies nativas e introducidas es relativamente proporcional.

En cuanto al número de especies por cada forma de vida predominan los Hemicriptófitos (37,5%), indicadores de degradación, y Fanerófitos (33%), distinguiéndose entre estos últimos el tipo vegetacional Roble-Laurel y Lingue y bosque de Olivillo, y el tipo Juncal y Totoral predominando entre los Hemicriptófitos.

Los resultados que se refieren al tipo de distribución de la vegetación en la cuenca del río Budi muestran que en el caso del bosque nativo existe un cambio drástico si se considera la superficie original y la actual, siendo éste reemplazado en un 86,7% por actividades silvoagropecuarias. Por otro lado el estudio muestra la existencia de un leve aumento de superficie desde el año 1978 al año 1994 tanto para el caso del bosque de Olivillo como de Roble, Laurel y Lingue. De la misma forma los humedales han sufrido un leve aumento de superficie debido a la sedimentación de partículas suspendidas lo que ha permitido la colonización de plantas palustres y los campos de dunas han ido en retroceso entre los años 1978 a 1994. El cuerpo de agua del lago Budi, por su

parte, ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo, alcanzando al año 1994 un 9% menos de la superficie original.

**16.- Gutiérrez, P. (2004) Clasificación y nivel de eutrofización según grado de alteración, fragilidad y estabilidad de los humedales de la cuenca hidrográfica del río Budi. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: ecología, clasificación de humedales, eutrofización.

El objetivo de la tesis fue clasificar los humedales en base a unidades de paisaje y gradiente vegetacional. Se determinó el grado de antropización según su función y uso actual, esto se realizó mediante análisis cuantitativo de subcuencas y consulta a expertos.

Se identificaron 4 tipos de humedales en el área: Estuarino, Palutre, Ribereño y de Marisma que cubren en total un 5.6% de la cuenca. La mayoría corresponden a marismas (2% de la cuenca). En los humedales un 91% de la vegetación es de tipo emergente y acuática, y el 9% corresponde a vegetación boscosa que está asociada a algunos esteros permanentes de la cuenca.

Las funciones identificadas para los humedales de la cuenca son: hábitat óptimo para aves asociadas a humedales, riqueza de plantas nativas y potencial para la retención de nutrientes.

Existen 126 especies de aves y 146 especies de plantas asociados a los distintos tipos de humedales.

La intervención antrópica se estableció respecto al porcentaje de especies vegetales introducidas. De acuerdo a esto, los humedales de tipo ribereño serían los más intervenidos.

La capacidad de retención de nutrientes por las plantas se midió el flujo másico. En humedales palustres con vegetación emergente y humedal ribereño con vegetación boscosa no hay retención

de nutrientes. Los humedales que tienen un menor nivel de eutrofización son los que se encuentran en la subcuenca del estero Comué, y el mayor es el humedal palustre correspondiente al estero Budi Chico.

Las zonas de menor estabilidad (69% de la cuenca) están concentradas en los lugares donde no hay cobertura vegetal debido a actividades antrópicas además de un mal manejo, lo que provoca problemas de erosión.

De acuerdo al panel de expertos, las actividades que presentan mayor incidencia en la alteración de las funciones de los humedales son las agrícolas (51% de la cuenca), forestales y tala.

Los humedales más susceptibles a ser alterados son los de tipo ribereño con vegetación boscosa por ser los menos abundantes y por la tala de árboles que sufre.

El análisis de antropización se realizó en base a uso de suelo, condiciones de estabilidad y fragilidad de la cuenca. Este indica que el 61% de los humedales presenta un grado de antropización muy alto y corresponde a humedales estuarinos, ribereños con vegetación boscosa y emergente, y palustres con vegetación emergente. Están ubicados en el sector norte de la cuenca (río Budi, estero Temo, Comué, Budi Chico, Botapulli y Deume).

En la tesis existe cartografía de clasificación de humedales según gradiente vegetacional, de tipos de humedales, estabilidad, fragilidad, alteración de la cuenca y los humedales, nivel de antropización. En la tesis se establecen lineamientos para una propuesta de conservación de humedales.

**17.- Hernández, M.I. (1999) Evaluación del riesgo potencial de erosión hídrica de la cuenca del río Budi. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: erosión del suelo

Este trabajo señala la ausencia de estudios detallados que evalúen la degradación del recurso suelo, ni la magnitud ni evolución de proceso erosivo. En base a esto se plantea la hipótesis de que las áreas con mayor potencial a la erodabilidad son aquellas cuyos suelos son poco profundos, de fuerte pendiente, exposición norte, con baja cobertura vegetal.

Se describen las series de suelo y las capacidades de uso presentes en la cuenca; y e riesgo de erosión real. Se señala que los factores como la textura, profundidad, pedregosidad, tipo de suelo y capacidad de uso determinan en gran medida la erosionabilidad del suelo en la cuenca del lago Budi.

**18.- Hernández, M.I. (2003). Lineamientos para el uso óptimo del suelo en la sub-cuenca del río Pololo, en el lago Budi. 2003. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: planificación territorial, modelo DPSIR

El objetivo de esta tesis es generar una propuesta de uso para el río Pololo a partir de la aplicación del modelo DPSIR (cadena causal que va desde las fuerzas motrices a las respuestas sociales) y en base a esto proponer medidas de mitigación y/o conservación, y generar una propuesta de prácticas y técnicas de manejo orientadas disminuir las causas directas de la degradación de los recursos naturales.

Como fuerza motriz (D) del modelo se considero: la sustitución del bosque nativo por pradera y agricultura, el uso de suelo sin considerar aptitud, la subdivisión del territorio (por aumento de densidad poblacional) y uso de fertilizantes.

Como presión (P) se identifico la erosión, el estado (S) es la concentración de nutrientes en el lago y la concentración de sedimentos debido a la erosión. Los impactos (I) indicados debido a lo anterior son: disminución de especies acuáticas, aumento de la turbidez, degradación de los humedales, disminución de la biodiversidad, efectos en la economía local, perdida de la calidad del paisaje.

Una respuesta (R) que existe actualmente es la declaración de zona libre de caza. Se sugiere además que se mejoren las prácticas de manejo, realizar programas de educación y difusión de los problemas para que las personas actuen de manera preventiva.

**19.- Hernández, M.A. (2005) Desafíos para la sustentabilidad en el territorio Lafkenche de Carahue. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: sociedad mapuche, desarrollo sustentable.

Este trabajo pretende aportar a la implementación de experiencias de etnodesarrollo, que fortalezcan la sustentabilidad a través de procesos organizativos territoriales, partiendo desde la planificación consensuada a nivel local, para desde allí implementar el proceso hacia la gestión de un territorio social, ambiental y económicamente sustentable, que se articule al Estado chileno. Dentro de sus objetivos específicos se encuentran: determinar elementos culturales que potencien el desarrollo del territorio, generar un proceso de análisis sociopolítico del territorio y sus relaciones en los ámbitos socioculturales, ambientales y económicos, establecer los criterios de un plan de trabajo que incluya metas socialmente legitimadas, que promuevan la colaboración y la solidaridad, y que fortalezcan su capacidad de influir en las políticas públicas para su implementación en el territorio. Se destaca la importancia de la identidad territorial y el espacio local, donde la sustentabilidad del territorio se asocia directamente a la escasez de tierras presente, dada la pérdida de territorio que los lafkenche han sufrido a lo largo de su historia. La disponibilidad de tierras es un elemento crítico que impide a los lafkenche desarrollar estrategias productivas que otorguen seguridad a las familias.

**20.- Huentemilla, M. (2003) Contribución al estudio de la erosión hídrica real en la cordillera de la costa de la Región. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: erosión hídrica.

El objetivo de esta tesis fue estimar la erosión hídrica real en el sector de Romopulli y proponer un plan de conservación. Se contemplaron 2 sistemas de labranza: tradicional que consiste en preparación del suelo en sentido de la pendiente; y preparación en curvas de nivel lo que disminuye la velocidad del flujo de agua de escurrimiento. Según lo esperado, el sistema de labranza tradicional genera mayores pérdidas de suelo (654,48 Kg/ha) que el sistema en curvas de nivel (541.8 Kg/ha) que corresponde a un 45.3% menos de pérdida de suelo.

El mayor escurrimiento superficial de agua corresponde al sistema con curvas de nivel producida por la canalización de la escorrentía en los bordes de la parcela, producto del alto grado de pendiente. Sobre esto FAO 1978 indica que este tipo de sistema solo es efectivo en pendientes menor o igual a 5°.

La pérdida de suelo está relacionada con el uso, en este caso se intensifica con el cultivo de cereales de secano y barbecho. El cultivo de papa requiere que el suelo este descubierto por 2 meses, y el de trigo 4 a 5 meses.

Por otra parte se estableció que en parcelas con labranza tradicional se pierde con mayor facilidad la materia orgánica, lo mismo ocurre con el fósforo (P). Los suelos ácidos (pH 5) de la zona disminuyen la disponibilidad de P para las plantas. El potasio K se encontró en mayor cantidad en sistemas de curvas de nivel ya que este se acumula en las arcillas que es el suelo predominante en la zona. La tesis incluye una propuesta para la conservación de suelos.

**21.- Jaccard, D. (2001) Las comunidades Lafkenches y la administración de su territorio. Escuela de Derecho, Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: marco legal, derecho indígena, áreas de desarrollo indígena.

Esta tesis, realiza un análisis crítico sobre las Áreas de Desarrollo Indígena. Los ADI se definen en la ley indígena 19.253 Art. 26 como: “Espacios territoriales en los que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades”. En el ADI-BUDI al igual que otros ADI, el proceso de implementación y funcionamiento ha sido difícil, las áreas se han vuelto figuras inoperantes, incapaces de generar condiciones de progreso para los indígenas, transformándose en verdaderos espacios de focalización descoordinada de recursos públicos. Por lo tanto es necesaria una reformulación de las figuras legales, para acrecentar la gestión, el control territorial y la autonomía política.

El Art. 27 agrega que para el logro del desarrollo armónico; la CONADI puede estudiar, planificar y convenir planes, proyectos, programas y obras con organismos públicos y privados, nacionales e internacionales. Aunque que para la implementación de cualquiera de estas no se considera, la participación de los indígenas.

Las ADIs son declaradas por el Ministerio de Planificación y Coordinación (Mideplan) a propuesta de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)

La participación es uno de los temas centrales en ley indígena (art 34): “Los servicios de la administración del Estado y las organizaciones de carácter territorial, cuando traten materias que tengan injerencia o relación con cuestiones indígenas, deberán escuchar y considerar la opinión de las organizaciones indígenas que reconoce esta ley...” Sin embargo no se explicita la forma o el alcance que tendrán estas opiniones y si verdaderamente influirán en las decisiones que finalmente adopten los organismos públicos en dichas materias.

Sobre el SNASPE (Art. 39). “En la administración de las áreas protegidas, ubicadas en ADIs, se considerará la participación de las comunidades existentes. Pero la CONAF o SAG y la CONADI, de común acuerdo determinarán en cada caso la forma y alcance de la participación sobre los derechos de uso que en aquellas áreas corresponda a las comunidades indígenas.” Esto parece un contrasentido por cuanto deja supeditada el alcance de esta participación, a los criterios que tengan dichos órganos del Estado.

Antecedentes generales del Área De Desarrollo Indígena Del Lago Budi:

Creada mediante DS N° 71 (03/1997) del Ministerio de Planificación (Mideplan). Corresponde al Lafkenmapu o zona marítima del territorio araucano.

Análisis crítico de la regulación legal: La reglamentación legal de las ADIs es insuficiente, y aunque el proyecto de ley contemplaba varios derechos que otorgaban a los indígenas una mayor intervención en la toma de decisiones al interior de ADIs, esto no se consagró en el texto definitivo, eliminando de paso toda referencia a Territorios o Pueblos indígenas. De acuerdo al autor, esta es la principal razón de su actual estado de inoperancia, dado que lo que se suprimió, redujo o atenuó es justamente lo que debía hacer operativa o dar vida al ADI, la Participación de los indígenas; esta es la gran deficiencia no solo de su regulación sino que también de su implementación y todas las otras críticas que se formulen son consecuencia de ella.

La concepción de las ADIs no responde a una política de carácter étnico, que reconozca al territorio como componente esencial del modo de vida e identidad de lo indígenas, tampoco contempla formas de participación en la administración de ellas, no se considera una intervención política o administrativa de los indígenas en ámbitos que le son propios. La forma en que se definen los límites del ADI, no obedece a los parámetros tradicionales indígenas ya que en la mayoría de los casos deja fuera del área a otras comunidades que comparten los mismos rasgos y características, por lo tanto, en ningún caso responde a un intento de reconstrucción histórico-cultural de los territorios ocupados ancestralmente por los indígenas. La tesis incluye además antecedentes históricos de la zona, antecedentes socio-demográficos de la comuna de Saavedra.

**22.- Jaque, X. (2004). Evaluación y lineamientos de restauración fitosociológica de los humedales de la cuenca del río Budi, Región de la Araucanía. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: química, vegetación, eutrofización.

En la actualidad, a pesar de todas las cualidades positivas que destacan a los ecosistemas de humedal, como la alta biodiversidad y productividad, una serie de funciones, productos y atributos, también destacan por ser uno de los ecosistemas mayormente impactados. En este sentido, se evalúan los humedales de la cuenca del río Budi y en base a su estado se proponen lineamientos de restauración fitosociológica.

Se realizó una caracterización de la flora vascular arrojando un total de 147 especies en el área de estudio de las cuales 80 corresponden a especies nativas describiéndose además el tipo de uso de esta que se divide en medicinal, artesanal, alimenticio y mitológico. Se hizo además un análisis con especies indicadores de índices de nitrógeno en el sustrato para evaluar el nivel de eutrofización. Respecto a la vegetación se establecieron 14 asociaciones vegetacionales las cuales se describen en detalle respecto a su composición, distribución, diversidad y tipo de uso. Para determinar la presión de uso se empleo cartografía con las variables de cobertura vegetal, división predial y tenencia de la tierra así, se determino el *nivel de presión de uso real* para la cuenca y sub-cuencas del río Budi. A partir de lo anterior se caracterizó la vegetación en relación a la presión de uso, nivel de diversidad específica, grado de antropización y contaminación. La presencia de hierbas perennes señala la fuerte intervención antrópica del área, además destacan serios problemas relacionados con la erosión de los suelos e introducción de especies. La mantención de la vegetación de la zona se relaciona no solo con mantener los procesos naturales del sistema sino también para las poblaciones humanas que viven de esta. Los lineamientos de restauración fitosociológica se proponen de dos maneras: zonas de conservación (humedales menos degradados) y zonas de preservación (humedales muy degradados). Finalmente se establece que existe una gran presión humana sobre las comunidades vegetacionales del área de estudio y que es necesario desarrollar técnicas de conservación de suelo a modo de manejar el fenómeno de erosión.

**23.- Jiménez, C. (2006). Estructura dietaria del Huaiquil *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823) en la Laguna Costera Budi, IX Región, de la Araucanía. Escuela Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.**

Area de investigación: fauna íctica, fauna bentónica, efectos de la abertura de la barra.

La fauna íctica continental de Chile está representada por un número reducido de grupos. El conocimiento científico existente de estos vertebrados es escaso, existiendo especies de las cuáles se desconocen antecedentes biológicos básicos. *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) sinónimo de *Micropogonias manni* (Moreno, 1970) es un buen ejemplo de esta situación. De acuerdo con los antecedentes en su historia de vida (como son alimentación y hábitat), se plantea que *Micropogonias furnieri* se alimenta de fauna bentónica, basado en el análisis de contenido estomacal. Se recolectaron 254 individuos desde la laguna costera Budi (38° 52' S, 73° 18' W) para analizar y determinar el contenido estomacal y así establecer el tipo de alimentación y dieta que éste posee. Los ítems encontrados fueron *Engraulis ringens*, *Prionospio patagónica* y *Perinereis gualpensis*, *Neomysis sp.*, *Paracorophium hartmannorum* y *Austridotea rotundicauda*, *Aegla sp.*, *Chironomidae* y *Díptera indeterminada*, *Littoridina cumingi* y *Kingiella chilénica*.

El ítem encontrado que obtuvo el mayor valor de % IRI fue *Engraulis ringens*. La fauna bentónica obtuvo valores muy bajos, lo que no concuerda con Giberto (2001), De Figueiredo & Vieira (2005), Sardiña & López Cazorla, (2005), Acha *et al.*, (2002) entre otros, donde los individuos de *Micropogonias furnieri* son considerados carnívoros oportunistas del bentos y sus presas principalmente son poliquetos, moluscos y crustáceos; y los peces en su dieta son solo ocasionales. Una explicación para entender las diferencias encontradas en la dieta de *Micropogonias furnieri* en la Laguna Budi con respecto a los otros lugares similares de estudio sería que el ciclo lagunar es típico, con la abertura de la barra a fines de otoño y su aislamiento del mar a comienzos de primavera. Esto estaría repercutiendo en una mayor oferta alimentaria, lo que influenciaría en que el huaiquil al encontrarse frente a esta, haga uso de ella. Además la relación existente entre el sedimento y la intensa actividad de prácticas agrícolas, realizada en la mayor parte de las riberas de la Laguna provocaría una disminución en la materia orgánica y de la fauna

bentónica, lo que repercute en que los sedimentos de la hoya lagunar, sean fangos finos negruzcos, arcillosos y reductores y esto a su vez que la Laguna Budi sea muy pobre en fauna bentónica, tanto en diversidad como en abundancia.

Con estos argumentos, estamos en condiciones de no aceptar la hipótesis de que el pez *Micropogonias furnieri* se muestra como un pez bentófago, ya que los cambios en la dieta estarían dados por los cambios en la disponibilidad de los organismos en el medioambiente.

**24.- Lienlaf, E. (2006) Evaluación de impacto de las políticas sociales en el área de desarrollo indígena del Lago Budi, 2006. Biblioteca Central Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: políticas sociales.

Esta tesis plantea una revisión preliminar de la Historia chilena permite reconocer a la relación entre el Estado y los Indígenas como una relación no lineal, que ha pasado por distintas etapas, caracterizadas por el conflicto, la incomprensión, y los intentos de sometimiento o asimilación a la sociedad mayoritaria, sin mayor respeto por su identidad y cultura. En la actual etapa de esta relación, se constata la voluntad de iniciar un proceso de establecimiento de una relación más justa, especialmente a partir de 1989.

Los elementos principales de este nuevo enfoque son los esfuerzos que realiza el Estado basados en el reconocimiento de su existencia y no en su negación, en el respeto a la diversidad étnica y cultural y la participación, proceso que permitió la dictación de la Ley Indígena o de Fomento y Protección de los Pueblos Indígenas de Chile. A partir de esta Ley, se generan instrumentos de focalización de recursos conocidos como las Áreas de Desarrollo Indígena<sup>1</sup> (en adelante ADIS), las cuales cuentan con un procedimiento de constitución y una cobertura territorial determinada. El objetivo de esta tesis es establecer si este instrumento técnico creado por la CONADI efectivamente ha contribuido a apoyar un proceso de desarrollo rural sustentable.

El mayor número de propiedades en casi todas las categorías corresponde a propiedades rurales, las cuales son en su mayoría propietarios con títulos de dominio. La otra categoría relevante es la de los propietarios compartidos por herencia sin legalizar, seguida de “propietario sin legalizar” y los que “usufructúan” de una propiedad bajo el rótulo de “cedido”.

Este programa parte de la idea que, en la actualidad, las comunidades indígenas rurales se caracterizan por presentar altos niveles de pobreza que requiere de la intervención coordinada de diferentes actores sociales y políticos que trabajen por el desarrollo. Existen en el ADI - Budi alrededor de 30 instituciones públicas y privadas trabajando en el sector, la articulación con estas será a través de los municipios de Saavedra y Teodoro Schmidt, Parroquia de Puerto Domínguez, FOSIS, Agencia de Cooperación Bilance, Impulsa y Azul Consultores y otros

#### Aspectos negativos del Programa del ADI

- Los recursos no son suficientes.
- Técnicas de manejo y cultivos son importadas, con baja adaptabilidad a la realidad local.
- Corta duración de iniciativas (no más de un año). Esto genera confusión y una visión negativa del trabajo, ya que las personas en las comunidades piensan que las consultoras se aprovechan de la situación de pobreza para ejecutar proyectos que en realidad los benefician por sobre todo a ellos mismos y no a las comunidades.

Esta tesis concluye que existen dos visiones en contraposición que se refleja en el estudio una que dice relación con la intervención del aparato estatal en un sector específico intentando mejorar los niveles de vida (superar pobreza) con instrumentos de subsidios dirigidos a sus beneficiarios y por otra parte un sector con fuerte arraigo cultural alejado del desarrollo del país que recibe los subsidios pero que reclama de la intervención estatal porque no contempla en una forma adecuada la realidad social del sector y las interrelaciones que han mantenido por decenas años entre ellos con elementos culturales de fondo (familias o linajes, parentescos, relaciones de intercambio, colaboraciones, etc.)

**25.- Lizana, C. (2005) Estudio de metales tóxicos en sedimentos del borde costero en la IX región, Chile. Escuela de Tecnología Médica, Universidad de Talca.**

Area de investigación: fisicoquímica, metales pesados.

Esta tesis desarrolla un muestreo de metales pesados en 9 estaciones en el lago Budi y en 6 estaciones en otros sectores (pág. 42 documento). El objetivo general fue conocer el contenido de metales pesados (Cu, Fe, Mn, Pb y Zn) adheridos superficialmente a los sedimentos del lago Budi y área de Toltén ubicados en el reborde costero de la IX región, Chile

En el documento se señala, que la denominación de metales pesados se refiere a aquellos elementos químicos que poseen una densidad, peso atómico y peso específico relativamente elevado y que son tóxicos en bajas concentraciones. Además, la toxicidad está dada por las concentraciones en las que pueda presentarse, el tipo de especie que forman en un determinado medio y su tendencia a bioacumularse y biomagnificarse.

Como parte de los resultados el autor señala que el área del lago Budi, en forma general, presenta en la mayoría de sus estaciones pHs alcalinos, principalmente en la estación Deume 2 (8.31). En tanto, hubo tres zonas (Temo, Comué y Bolleco) que presentan pHs, más bien, ácidos, principalmente en Temo con un valor crítico de 6.04.

Según los datos de conductividad, en el lago Budi no existen diferencias significativas entre la mayoría de las estaciones, a excepción de tres de estas (Temo, Comué y Bolleco) que muestran valores menores a  $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ , el resto fluctúa entre  $3.05 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Allipén) y  $4.22 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Deume 2).

La mayoría de los valores de salinidad correspondientes al área del lago Budi presentan cifras desde 1.96 PSU (Allipén) a 2.77 PSU (Deume 2) y solo tres estaciones muestran valores bajo 1 PSU, destacando la estación de Temo con un valor menor a 0.1 PSU.

Analizando el área del Budi como un todo, Temo sería la estación que presenta los valores más altos para Pb, Fe y Cu (54.3 µg/g; 94981.4 µg/g; 61.7 µg/g, respectivamente). Siguiendo con lo anterior, Deume 3 presenta los dos restantes, Zn y Mn, con mayores valores (72.7 µg/g; 1923.4 µg/g, respectivamente). Para los valores mínimos encontrados, destaca Botapulli para Pb, Fe, Cu y Zn (2.1 µg/g; 26239.2 µg/g; 7.5 µg/g; 33.4 µg/g, respectivamente). El valor mínimo del metal restante, Manganeso, lo presenta la estación Río Budi (215.6 µg/g), con poca diferencia del presentado por Botapulli (271.8 µg/g).

Como conclusiones el autor señala que respecto a la caracterización del sedimento, se puede decir que el Budi corresponde a un lago fango-arenoso, ya que está compuesto mayoritariamente por material fino (fango y arena), según Bertran (2004) debido al uso intensivo del terreno por prácticas de cultivos agrícolas. Las mayores concentraciones de metales de la zona de Temo, se deberían a su localización cercana a la salida marina, por lo que es ahí donde se acumularía la mayor cantidad de contaminación antropogénica. Se podría decir que del Budi la zona del Temo presenta la mayor contaminación por plomo y cobre, y Deume 3 la mayor contaminación por zinc.

En conclusión, las áreas estudiadas no presentarían, hasta ahora, una gran contaminación, solamente sus diferencias se establecen en órdenes de magnitud

**26.- Molina, M. (2001) Propuesta de lineamientos de gestión turística con criterios de sostenibilidad ambiental en dos sectores de la IX región: comuna de Curacautín y Área de Desarrollo Indígena Lago Budi. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: turismo

Problemas comuna Saavedra (SERPLAC 1998)

- La indefinición de la relocalización de la ciudad de Puerto Saavedra ha traído como consecuencia un entramamiento en las inversiones, especialmente en el ámbito de la infraestructura.

- Carencia de servicio de alcantarillado: las ciudades de Puerto Saavedra y Puerto Domínguez no disponen de sistemas de alcantarillado público; el 82% de las viviendas utiliza pozos como sistema de deposición de excretas.
- Deterioro de la red vial comunal.

Se menciona que las investigaciones realizadas no llegan al municipio. Por otro lado, la oferta y demanda turística en el Área de Desarrollo Indígena del Lago Budi se sustenta en sus recursos turísticos culturales, debido a la ocupación histórica del sector.

La falta de un Departamento de Turismo en la comuna de Saavedra, muestra un déficit al momento de hacer un balance en la gestión turística que realiza la Municipalidad. La mayor debilidad de la actividad turística en la zona se relaciona con los servicios

**27.- Núñez, M. (2004) Efecto de la innovación tecnológica sobre el empleo agrícola en las comunas de Freire, Puerto Saavedra y Lautaro de la IX región. Ing. Universidad Católica de Temuco.**

Area de investigación: sociedad, empleo, innovación.

Para los tres rubros analizados los agricultores si bien tienen una excelente opinión de las innovaciones tecnológicas, concuerdan plenamente en que éstas no han mejorado el empleo de mano de obra durante este último tiempo, principalmente por la introducción de maquinarias y equipos, las cuales van reemplazando cada vez más el trabajo humano. Aún cuando la agricultura atraviesa por un mal momento estos han tratado de mantener a su personal, no lográndolo en la mayoría de los casos. Esta situación ha provocado un aumento del desempleo y la pobreza, produciéndose una migración de esta mano de obra hacia otros sectores de la economía.

En cuanto a los pequeños agricultores podemos decir que dentro de las principales innovaciones que han incorporado a sus predios han sido insumos, salvo los sectores trigueros y lecheros los

cuales han incorporado también maquinaria, mejorado las razas de animales y han cambiado su sistema de almacenamiento.

**28.- Quiñeao, F. (2001). El impacto del maremoto de 1960 en las comunidades mapuches Lafquenchés del lago Budi. Tesina para optar al grado de licenciado en Historia. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile.**

Area de investigación: historia

Esta tesis describe diversos hechos que afectaron a las comunidades indígenas luego de la ocurrencia del terremoto en el año 1960. Dentro de estos es posible señalar que hasta antes de la ocurrencia del terremoto, la ciudad de Puerto Saavedra era un puerto fluvial ubicado en la orilla este del río Imperial, cuya desembocadura se encontraba junto a lo que actualmente se conoce como cerro Maule. Actualmente la desembocadura de dicho río se encuentra ubicada al noroeste de la ciudad. La antigua desembocadura quedó bloqueada por arena y la parte del río en cuyas orillas se asentaba Puerto Saavedra se convirtió en una laguna sin vinculación superficial con el océano y el río. Actualmente, el río Imperial ya no es usado como vía de navegación. Por otro lado, Puerto Saavedra actualmente corresponde a una caleta de pescadores artesanales.

El lago Budi se une al mar a través del río Budi, el cual arrastra material de desgaste, lo que junto a los sedimentos de arena movilizados por las mareas, producen un banco que bloquea la desembocadura. Por otro lado, las precipitaciones hacen subir el nivel de las aguas produciendo problemas de anegamiento en las zonas bajas especialmente en la localidad de Puerto Domínguez, por lo cual debe realizarse la apertura artificial de la barra.

Durante el terremoto de 1960, se produjo un proceso de subducción en el nivel del lago, lo que hizo que algunas puntas rocosas se convirtieran en islas. Sin embargo, cabe destacar que la cartografía correspondiente a la región fue elaborada luego del terremoto, por lo que las variaciones físicas que se produjeron no pueden ser especificadas, puesto que no existe

información previa al terremoto. Sólo es posible señalar el traslado de la desembocadura del río Imperial. Por otra parte, se menciona que es posible que el proceso de subducción iniciado en mayo de 1960 aún continúe en la actualidad.

Se señala que el terremoto no habría tenido impactos posteriores sobre la agricultura, dado que esta actividad se realiza en terrenos de pendiente pronunciada, pero sí sobre la actividad ganadera dada la pérdida de terrenos de pastoreo. Esta pérdida de terrenos se produjo debido a la subducción de terrenos, con el consiguiente ensanchamiento del lago. Desde el punto de vista cultural, luego de los movimientos telúricos se realizaron sacrificios humanos para apaciguar a las tempestades del mar.

**29.- Rivano, R. (2008). Antecedentes del deterioro ambiental y de la producción agropecuaria obtenidos por metodología participativa en el área de desarrollo indígena del Lago Budi, IX Región de La Araucanía. Universidad de La Frontera.**

Area de investigación: producción, deterioro ambiental.

Esquema productivo del sector se basa principalmente en cultivos como solanáceas, cereales y leguminosas; ganadería de carácter extensivo y algunos sectores con plantaciones de especies forestales exóticas. En los lomajes que presentan rotación, esta se realiza generalmente con lenteja, trigo y avena.

Gran parte del territorio del ADI Lago Budi es rural, correspondiendo a pequeños predios, la mayoría de ellos entre 4 y 20 has, de propiedad individual o compartida ocupada por población mapuche. La población rural corresponde al 77,3% del total de la población (CONADI, 1997).

Instituciones involucradas en el área: CONADI, Programa Servicio País, CONAMA, SERNAPESCA, DGA, SAG, CONAF, Bienes Nacionales, Instituto Medio Ambiente (UFRO), Instituto de Estudios Indígenas (UFRO), MOP, Programa Orígenes.

La productividad de la pradera en las zonas de vegas es superior a la presentada por aquellas en lomajes, aunque su utilización solo es posible tarde en la primavera debido al exceso de humedad. En las vegas que han sido drenadas es posible la inclusión de festucas y ballicas. La papa es el principal producto, pues genera el mayor ingreso anual a las familias.

#### Tipología de los agricultores

- Campesinos de infrasubsistencia
- Campesinos de subsistencia
- Campesinos excedentarios
- Productores con tenencia capitalista de origen campesino

Los predios menores a 3 ha, no pueden acceder a los beneficios que otorga el Estado.

Problemas expuestos por la población del ADI Budi:

#### Criterio Medioambiente

- Mejoramiento de suelos degradados
- Conexión permanente del lago Budi con el mar
- Drenaje de vegas
- Mejoramiento de la calidad de aguas y praderas
- Limpieza y cuidado de esteros y vertientes
- Pozo negro o contenedores para basura
- Control de erosión de suelos
- Aumento de la población de cisnes
- Sobreexplotación y daño a especies nativas
- Proyectos de ecoturismo
- Retención del avance de dunas
- Presencia de hoteles

Recuperación del bosque nativo es fundamental para mantener los rasgos culturales de la medicina mapuche. El mejoramiento ambiental, asociado a la calidad de vida, es uno de los

factores que los habitantes del área anhelan mejorar. Es evidente la pérdida gradual tanto de suelos como de agua que influyen negativamente sobre sus producciones y su propia salud. Sin embargo, existe conciencia de la degradación ambiental del área solo para aquellos factores que resultan más visibles como bosque nativo o contaminación de las aguas, no así para el recurso suelo.

**30.- Rodríguez, C. (2005) Estudio del comportamiento hidrodinámico y aspectos de calidad de aguas del lago Budi. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.**

Area de investigación: hidrodinámica

El lago Budi presenta la característica de tener aguas saladas, además está experimentando una fuerte eutrofización. Esta tesis tiene por objeto aumentar el grado de conocimiento sobre el comportamiento hidrodinámico, intrusión salina y de calidad de aguas del lago y proponer algunos mecanismos de solución para el proceso de eutrofización. Los resultados en terreno muestran que el lago Budi en sus zonas más profundas presenta una estratificación por salinidad y temperatura en dos capas, se encontró que en estas zonas la respiración y la descomposición aumenta a medida que aumenta la productividad del lago. El manejo de la barra es artificial efectuándose el dragado de ésta debido a inundaciones de terrenos bajos. Se explican el alto grado salino en las zonas profunda del lago por la ocurrencia de intrusión salina cuando se realiza la apertura de la barra. En cuanto a los modelos se obtiene que el intercambio de agua salada entre el lago y el río Budi es realizada por medio de la inmersión y desarrollo de corrientes de densidad cuando se produce la intrusión salina en el sistema. Se concluye que la determinación de cuando y con qué frecuencia se abre la barra, es un factor determinante en la estructura térmica y salina que se produzca en el lago. Para mejorar el estado trófico del lago se proponen alternativas de manejo para la barra, en función de los requerimientos biológicos y los efectos sobre la estratificación y se plantea un control sobre las fuentes de contaminación difusa.

**31.- Sandoval, L. (2009). Intrusión salina en el lago Budi. Análisis hidrodinámico y estudio de la corriente de densidad. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.**

Area de investigación: modelación hidrodinámica.

En esta tesis se plantea la hipótesis que el manejo artificial de esta barra ha generado problemas ambientales en el lago, relacionados con periodos extendidos de anoxia en las aguas más profundas y con un aumento de su nivel trófico. El objetivo de la tesis fue estudiar y analizar la hidrodinámica del lago Budi y los efectos que sobre ésta y sobre la calidad de aguas, generan los procesos asociados a la intrusión salina por el río Budi y a la inmersión de las corrientes de densidad en el lago, mediante la aplicación de modelos numéricos, enfocado a proponer medidas de manejo ambiental.

Los resultados indican que el manejo de la barra no sería fundamental en determinar el estado trófico del lago y que para un escenario de un canal con cota fija de fondo igual a 1.6 m, disminuirían los prolongados periodos de estratificación y anoxia de fondo en el lago.

En total fueron realizadas 5 campañas de terreno, las que fueron definidas en función de la apertura de la barra. Algunas mediciones muestran que a pesar que la barra se encontraba cerrada sigue existiendo intrusión de agua de mar para marea alta.

Además se detecto, que el fondo del lago deja de hacerse anóxico por temporadas, como sucede con el actual manejo de la barra. El manejo que actualmente presenta la barra de sedimentos ubicada en la desembocadura del río Budi, afecta la calidad de las aguas del lago, al mantener durante varios meses la anoxia del fondo. Un cambio en el manejo de la barra probablemente no repercuta en forma importante sobre la concentración de nutrientes de la columna de agua del lago Budi, de no existir un mejoramiento en la calidad de las aguas que hacia él fluyen.

**32.- Suazo, A. (2002). Evaluación ambiental y económica del Budi como base para decretar una alternativa de conservación, con apoyo de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIGs). Universidad de la Frontera.**

Area de investigación: evaluación multicriterio, conservación.

El objetivo de esta tesis es efectuar un diagnóstico de las condiciones actuales de ADI Budi con apoyo de SIGs. Se definieron áreas de fragilidad ambiental en base a los siguientes datos: Se comparó la variación de la cobertura vegetal en el periodo 1986-1999 con imágenes satelitales, luego se identificaron las zonas que han sido más explotadas en este periodo. La zona de estudio se dividió siguiendo la estructura establecida por las comunidades del sector y se invitó a los Werkenes para participar en la asignación de los pesos que ellos les dan a cada actividad de acuerdo al grado de importancia que ellos le asignan.

Los temas más importantes (mayor peso asignado) están relacionados con temas productivos en primer lugar y de medio ambiente. Si bien el tema cultural no aparece dentro de los más prioritarios, se encuentra implícito en los temas productivos y de medio ambiente, ya que cualquier medida en uno de ellos debe incluir el tema cultural.

Algunos de los temas nombrados como muy importante son: sociabilización de la medicina cultural, forestación nativa, estado de caminos públicos y vecinales, servicios públicos (luz, agua, teléfono, locomoción).

De acuerdo al análisis de imágenes satelitales, las zonas con menor pérdida vegetal son las zonas altas que se encuentran en el límite sur-oriente del ADI. Las zonas con menor cobertura vegetal corresponden a las zonas de lomajes suaves. Se obtiene que un 40.3% de la cuenca ha aumentado su cobertura vegetal y un 59.7% ha disminuido.

De acuerdo al análisis multicriterio para evaluar una alternativa de conservación del ADI, se concluyó que la mejor alternativa es la nominación como reserva de la biósfera, la cual debe orientar su administración no solo a lo ambiental, sino también a lo productivo y cultural.

**33.- Villalba, A. (2004) Estado nación y espacio local: El impacto de la concesión de Eleuterio Domínguez y la colonización española canaria en el área del Budi a principios del siglo XX. Universidad de la Frontera.**

Area de investigación: historia, colonización.

El objetivo de la tesis fue acercarse desde la historia local al periodo de la incorporación de la Araucanía a la soberanía del estado nación chilena. En 1881 el ejército ocupa la región con la misión de incorporar definitivamente esta zona a la "civilización". En una primera etapa la ocupación civil comienza en 1900 entregando un máximo de 50 ha de terreno a todo padre de familia a lo indígenas se les entrego un promedio de 6,2ha por persona. Otra manera de ocupación fueron áreas de colonización extranjera, las que se realizaron utilizando intermediación de compañías que contrataron europeos y los instalaron en este territorio.

La propiedad de la región quedo constituida de la siguiente manera: unas dos miles reducciones indígenas, creadas mediante mercedes de tierras y a nombre de un cacique titular. Areas de colonización nacional con pequeña propiedad familiar que rápidamente se fue subdividiendo y transformándose en minifundio pobre; áreas de colonización extranjera con pequeños o medianos agricultores; y el resto con fundos que comenzaron pequeños pero en el transcurso de los años fueron agrandándose ya sea por compra o anexión de propiedades formando latifundios.

Las concesiones a empresarios y empresas particulares de colonización se hicieron al amparo de la ley de Colonización promulgada el 4 de agosto de 1874, que permitía la cesión de tierras del estado a particulares en los terrenos considerados de colonizadores como el de la Araucanía. Las

empresas debían presentar una propuesta al gobierno, el que recababa antecedentes de lo informado a la inspección general de tierras y colonización según la Ley de Colonización Nacional.

Así las empresas contrataron familias europeas para trabajar a costa del rechazo de aspirantes a colonos chilenos quienes estaban mejores preparados para los trabajos. Se les entregan tierras a las empresas quitándoselas a familias mapuches lo que produce serios conflictos políticos y sociales. No se respetan las costumbre mapuches pues el objetivo es integrarlos al “desarrollo” y a la “civilización”, son considerados un estorbo que es necesario civilizar para que sean útiles a los intereses del estado y de la sociedad occidental en conjunto. En 1902 se nombra un Protector de Indígenas el que tuvo éxitos y fracasos en su defensa de los indígenas, fue acusado de “tomarle más cariño a los indígenas del que legítimamente debiera tenerles”. Indígenas llegan hasta a protestar ante autoridades en Santiago sin éxito.

Por otro lado los colonos extranjeros viven en malas condiciones, viviendas precarias, bajos sueldos y se les paga con dinero solo valido en la pulpería de la empresa. Las tierras que la empresa debía dar a los colonos para asentarse no fueron entregadas en su totalidad. Se encarceló a colonos bajo la acusación de estafa cuando intentaron emigrar. Las promesas por las que los colonos extranjeros habían llegado a Chile no se cumplieron. Se cree que estas prácticas no son beneficiosas para nadie más que para la empresa y que desprestigian al país. La empresa se defiende diciendo que no mantiene a nadie a la fuerza y cumple escasamente con lo necesario según lo establecido en el contrato con el estado para no perder la concesión de las tierras. Las labores agrícolas para las que se trajo a los colonos son escasamente realizadas, se instalan aserraderos y se realiza actividad forestal.

## ARTÍCULOS

1.- Basualto, s., Tapia, J., Cruces, F., Peña-cortés, F., Hauenstein, E., Bertran, C. and Schlatter, R. (2006) The effect of physical and chemical parameters on the structure and composition of the phytoplankton community of lake Budi (IX region, Chile). *J. Chil. Chem. SoC.*, 51, N°.3 p.993-999. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071797072006000300015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071797072006000300015&script=sci_arttext)

Area de investigación: ecología de sistemas límnicos

La influencia costera, sumado a la fuerte intervención antrópica que recibe el lago Budi, son condiciones que influyen sobre el estado físico químico de la columna de agua. Debido a ello se tiene como propósito establecer aquellos parámetros (físicos y químicos) del agua que determinan las asociaciones de algas presentes en el lago Budi.

Se realizaron análisis químicos (temperatura, pH, salinidad, oxígeno en solución, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos orgánicos y nitratos) y análisis biológicos (fitoplancton, cuali y cuantitativamente), durante Julio del 2004 y Enero del 2005, en ocho estaciones, y tomando muestras en superficie (20 cm) y profundidad (1m).

En general todos los parámetros muestran incrementos durante la época de verano. Es importante resaltar la influencia de la salinidad en la distribución y composición de las comunidades de fitoplancton, además este parámetro marca claras diferencias entre las estaciones muestreadas. Se identificó un mayor número de taxas durante el verano, con predominio de diatomeas (Bacilliarophyceae), al igual como ocurrió para el invierno, sin embargo entre ambos períodos existen diferencias en las especies que dominan las comunidades. La asociación durante el invierno ocurrió entre la distribución de diatomeas con la salinidad y el oxígeno en solución, mientras que en el verano con BOD, nitratos y salinidad. Se concluye que la calidad de agua del lago es buena (categoría excepcional para aguas superficiales), sin embargo las condiciones limnológicas en el lago no son espacialmente homogéneas.

**2.- Bertrán C., Vargas-Chacoff L., Peña-Cortés F., Mulsow S., Tapia J., Hauenstein E., Schlatter R., Bravo A., (2006). Macrofauna bentónica de los humedales de tres lagos salinos en el borde costero del sur de Chile. Ciencias marinas 32(3): 589-596.**

Area de investigación: limnología

Los lagos Budi, Huillinco y Cucao corresponden a ecosistemas de lagos interiores que no se encuentra muy frecuentemente en Chile. En ellos la entrada de agua con alto contenido salino permite la existencia de fauna con características estuarinas. El objetivo de este trabajo fue la descripción de bentos en los lagos mencionados anteriormente, estableciéndose 6 estaciones de muestreo en cada uno de ellos. Se midió salinidad, características texturales y contenido de materia orgánica de sedimentos.

La salinidad media de los lagos Budi, Cucao y Huillinco fue de  $10 \pm 0,04$ ;  $20 \pm 0,14$  y  $28 \pm 0,03$  respectivamente. En el lago Budi, la fracción de fango (limo y arcilla) comprende más del 50% del contenido total, por otro lado en los dos lagos de Chiloé la fracción de arena fue la mejor representada. La macrofauna del lago Budi estuvo constituida por 7 taxones pertenecientes a los filos Annelida, Arthropoda y Mollusca, y en los lagos Huillinco y Cucao se encontraron 10 especies distribuidas entre los mismos filos. Las características de baja salinidad y mayor porcentaje de sedimentos finos del lago Budi lo hacen presentar menor densidad de microfauna. Los análisis estadísticos, por su parte, no mostraron diferencias de especies entre lagos, pero si entre las estaciones de cada lago. Se concluye que las propiedades físicas de los sedimentos y la variabilidad de la salinidad pueden considerarse como los factores que más influyen en la estructura de las comunidades acuáticas.

**3.- De la Barra, L., A., Constantino Contreras O., Ricardo Herrera L., Alonso Azócar A., Pablo Muñoz A. Historia local oral en tres zonas de la Araucanía. Una mirada interdisciplinaria.1 Universidad de la Frontera, Temuco. Disponible en: <http://siu.um.es/tonosdigital/znum7/estudios/a2oralidad.htm>**

Area de investigación: historia, sociedad mapuche.

Este trabajo indaga comparativamente la historia local en 3 sitios de la región de la Araucanía. Los pobladores de Huapi y Puerto Saavedra perciben como una fatalidad que el terremoto y maremoto de ese año les haya modificado su entorno en forma tan negativa: pérdida de la configuración del puerto, embancamiento de la desembocadura del río, anegamiento permanente de los terrenos bajos y pérdidas de áreas cultivables, etc. A partir de los relatos afloran esquemáticamente las macropreocupaciones locales, esas propias del mundo político externo, propias de los sociólogos, antropólogos, ingenieros e historiadores, como son las cuestiones pendientes de los títulos de propiedad de la tierra; la clarificación de las causas del enfrentamiento entre grupos vecinales; de las relaciones interculturales; de la aculturación mapuche; de la defensa de la identidad; de la decadencia de la agricultura y el auge de los plantaciones de pinos y eucaliptus; de la tensión entre mapuches y las empresas forestales, etc.

**4.- González, M., Hauenstein E, Peña-Cortés F, García M, Urrutia O. (2003). Comentarios sobre bosques pantanosos, humedales importantes del centro sur de Chile. Gestión Ambiental 9: 3-13.**

Area de investigación: ecología, humedales.

Los humedales de la región de la Araucanía se encuentran sometidos a perturbaciones derivadas de la actividad agropecuaria y forestal, como son la contaminación por pesticidas, pérdida de biodiversidad y sedimentación por la erosión provocada por la tala de bosque y el drenaje con el objetivo de recuperar suelos para su conversión a tierras de uso agrícola. A ello se suman la caza clandestina, la introducción de especies exóticas, las descargas de aguas servidas y la construcción de caminos y vías férreas.

El lago Budi, entre otros humedales, se encuentra dentro del área costera de la IX región y son considerados como sitios prioritarios para la conservación. Formando parte de los humedales costeros de la Araucanía se encuentran los bosques pantanosos (Pitarnos o Hualves), destacando en la zona, los bosques pantanosos de Temo y Pitra, los cuales han sido, además, los mayormente afectados por las acciones antes nombradas. Este tipo de bosques se desarrollan preferentemente en tierras bajas, ocupando depresiones del terreno donde se acumula agua edáfica o en la rivera de cuerpos de agua por lo que poseen características que les permiten resistir el anegamiento

Dentro de los bosques pantanosos del borde costero de la IX Región se registraron 90 especies para esta comunidad donde predominan las nativas (84%). Las especies con mayor valor de importancia (mayor frecuencia y cobertura) son: *Mirceugenia exsucca* (Pitra), *Blepharocalyx cruckshanksii* (Temo) y *Luma chequén* (Mol) A. Gray (Chequén). Destacan también especies de *Drimys winteri* Foster, *Rubus constrictus* Muell. et Lef, *Cissus striata* R. et P. y *Lepidoceras chilensis* (Mol.) Kruijt.

Una de sus particularidades de este tipo de bosque es su riqueza florística que puede alcanzar las 257 especies con variadas formas de crecimiento (epífitas, trepadoras, hierbas), así mismo sirve para la nidificación y refugio para la fauna silvestre además de ser ambientes muy respetados por la cultura Mapuche.

De acuerdo a esto se propone para su mantención, detener la tala indiscriminada, así como también los programas de drenaje de suelos.

**5.- Hauenstein, E., C. Ramírez, M. González & C. San Martín. 1992. Comparación de la flora macrofítica de tres lagos del Centro-Sur de Chile (Budi, Llanquihue, Cayutué). Revista Geográfica de Valparaíso 22-23: 175-193.**

Area de investigación: botánica

Este trabajo tuvo por objetivo determinar la composición florística de las riberas del lago Budi, lago Llanquihue y lago Cayutué. Las colectas se realizaron en los períodos estivales de los años 1985-86 y 1987-88, se levantaron 40 censos de vegetación. Se determinaron 89 especies para el lago Budi, predominando las especies de la clase dicotiledónea (Magnoliopsida). En cuanto al origen fitogeográfico, es superior en el Budi (39,4%).

Respecto a las formas de vida, el Budi presenta un 9% de criptófitos lo cual incluye a hidrófitos y helofitos. Los terófitos (plantas anuales) alcanzan el 25,8%

La condición salobre del lago Budi se evidencia en la presencia de ciertas especies adaptadas a ese medio, como las algas *Enteromorpha intertinalis* y *Rhizoclonium tortuosum*. También se destaca la presencia de macrófitas como *Myriophyllum aquaticum* y *Potamogeton pectinatus*, y de *Cotula coronopifolia* y *Selliera radicans*.

El lago Budi presenta casi un 40% de flora alóctona. Los terófitos, más abundantes en el Budi, indican que el lugar presenta un período de aridez, lo cual corresponde a dos meses del verano. En el Anexo del artículo 1 se entrega el catálogo de especies vegetales identificadas en el lago Budi.

**6.- Hauenstein, E., M. González, L. Leiva & L. Falcón. 1999. Flora de macrófitos y bioindicadores del lago Budi (IX Región, Chile). Gayana Botanica 56: 53-62.**

Area de investigación: botánica

Este trabajo tuvo como objetivo: a) determinar la composición florística de las riberas de lago Budi y b) determinar el grado de intervención antrópica y contaminación orgánica de este en base a macrófitos indicadores.

El lago Budi presenta una superficie de 70 km<sup>2</sup>, una profundidad máxima de 8 m y una salinidad que oscila entre los 7,5 y 28 g/l. Se destaca además, la fuerte antropización que presentan las zonas aledañas, con problemas de erosión, pérdida de la cubierta vegetal, introducción de especies domésticas, uso intensivo del suelo, entre otros. Además esta zona presenta el mayor índice de pobreza, analfabetismo y alcoholismo de la región.

Durante los meses de Abril y Diciembre de 1995 y Enero de 1996 se realizaron 4 campañas, con el objeto de realizar las colectas. A partir de esto, se determinaron un total de 107 especies, de las cuales 4 son algas: 3 clorófitas y 1 rodófitas. Además, 4 pteridófitos, 65 dicotiledóneas y 34 monocotiledóneas.

Los autores señalan que el mayor número de especies del Budi se debería a que las aguas presentan altos niveles de eutroficación.

El origen fitogeográfico del total de especies corresponde a: 54 nativas (50,5%) 49 introducidas (45,8%) y 4 cosmopolitas (3,7%). Se señala que el alto porcentaje de especies introducidas se debería interpretar como un área de fuerte intervención antrópica. Las formas de vida más numerosas son los hemicriptófitos con un 44,7% los criptófitos y terófitos con un 24,3% y 23,3% respectivamente. Finalmente, la flora del lago Budi indica que sus aguas presentan un alto grado de eutroficación por nitrógeno.

**7.- Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F. & Muñoz-Pedrerros, A. (2002) Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX región, Chile). Gayana Bot. 59(2): 87-100.**

Area de investigación: botánica, macrófitas.

La IX región de la Araucanía es rica en humedales (lago Caburgua, Colico, Villarrica y Budi), de los cuales, sin embargo, no existe una caracterización y no se conocen sus reales potencialidades para uso humano, además, sus suelos están siendo intervenidos con el objeto de ser recuperados para la agricultura. Sumado a ello, el territorio corresponde a una zona socioeconómicamente deprimida y con una población predominantemente mapuche.

El estudio pretende establecer los tipos de humedales presentes en las cuencas hidrográficas de los ríos Boldo y Boroa en la comuna de Toltén, así mismo determinar su diversidad florística y vegetacional. Los ríos Boldo, Boroa y Queule se clasifican dentro de humedales del tipo “ríos y arroyos permanentes” y el área del Toltén sur se clasifica dentro de humedales del tipo “charcas permanentes y estacionales de agua dulce”. El alto porcentaje de especies introducidas (29%) junto con el predominio de hemicriptófitos (hierbas, malezas perennes) es una muestra de la presión antrópica en el sector, sin embargo, debido a que la densidad poblacional del lugar es baja, no se aprecian signos evidentes de contaminación. Se identifica al bosque de temo y pitra como una asociación que constituye un hábitat importante para la fauna existente. Esta ha sido una de las comunidades mayormente afectadas por la acción antrópica, cuyos suelos están siendo drenados para obtener espacios aptos para la agricultura, y además, naturalmente reemplazados por praderas húmedas de junquillo.

**8.- Hauenstein, E., Peña-Cortes, F., Bertran, Tapia, J., Schlatter, R. (2008) Comparación florística y estado trófico basado en plantas indicadoras de lagunas costeras de la región de La Araucanía, Chile. *Ecología Austral* 18 (1): 43-53.**

Area de investigación: ecología, plantas (ribereñas)

En este trabajo se estudia la flora y se identifican especies indicadoras de eutrofización por nitrógeno en cuatro lagunas del borde costero de la Región de La Araucanía, Chile

Las lagunas costeras, constituyentes importantes de los sistemas estuarinos mundiales, se caracterizan por su elevada productividad y biodiversidad. En la costa de la Región de La Araucanía existe un número importante de lagunas, siendo la que más destaca el lago Budi, una típica albufera costera, de gran superficie, alta biodiversidad e importancia étnico-cultural (Stuardo *et al.* 1989; Saavedra 1994; Hauenstein et al. 1993, 1999; Valdovinos et al. 2005; Peña-Cortés et al. 2006). El presente estudio enumera y compara las especies vegetales presentes, identifica aquellas indicadoras de eutrofización y determina el grado de impacto antrópico en cuatro lagunas del borde costero de la Región de la Araucanía, Chile. Los resultados obtenidos muestran la existencia de oligotrofia en las lagunas estudiadas, ya que su riqueza de especies es baja en relación a otros cuerpos lacustres costeros como Budi, El Peral, Torca y algunos lagos preandinos

**9.- Lobos F. La Carretera de la Costa del Budi en Territorio Lafkenche: Una idea de Progreso.**

Disponible en:

<http://www.alasru.org/cd alasru2006/29%20GT%20Fernando%20Lobos%20Poblete.pdf>

Area de investigación: conflicto sociedad mapuche.

Este artículo describe la situación de la carretera de la costa en la zona del lago Budi. El modelo de desarrollo del país, consolidado con una política hacia el exterior de apertura económica y comercial, lleva a importantes acuerdos para invertir en Chile en territorio reconocido por intelectuales mapuches como 'ancestralmente mapuche'. Ejemplos actuales han sido la presencia

de empresas forestales en manos de privados nacionales y extranjeros con la disputa de grandes extensiones de tierra para su explotación. A pesar de los instrumentos legales que existen en Chile, éstos no constituyen mecanismos eficaces para resolver conflictos en territorios indígenas y tampoco hay voluntad política para tratar el tema desde el derecho indígena internacional.

Problemas para construir la carretera:

- Pasa por un ADI, designado por ley del estado (ley indígena).
- Ley de monumentos, afecta a un área (ADI) designada para la preservación de costumbres ancestrales.
- Ley de bases del medio ambiente, que establece excepciones cuando se trata de ecosistemas resguardados.
- Además la constitución expresa como deberes del Estado: “garantizar a las personas a vivir en un medio ambiente libre de contaminación (Art. 19, N° 8)” y “asegura el derecho a la propiedad (N° 24)”. Por otra parte 2 figuras legales permiten al MOP, acceder a la expropiación: la permuta (ley indígena, art.13) y la expropiación, (Decreto N° 850) señala que el monto de la indemnización de fijara ‘de común acuerdo’ y también la forma de pago.

En el año 2002 luego de las presiones encabezadas por el alcalde mapuche de la comuna de Saavedra Sr. Domingo Ñancupil Baeza, el Consejo *Pu Werken lof Budi*, Comisión de Defensa de los Derechos de las Comunidades *Mapuche Lafkenche*, Asociación *Pur Lafkenleufu*, Consejo *Territorial Lafkenche*, Asociación *Komumko Lafken* el MOP, que la ruta costera no pasara por ninguno de los trazados antes mencionados sino por la ruta actual ya existente

Se concluye que las ADI's, han resultado un intento de focalizar recursos por medio de programa asistenciales, pero los resultados no fueron los esperados, ya que las comunidades no poseen un poder político de decisión. Además, sus espacios territoriales no se rigen por las ADI's, que abarcan un espacio geográfico mayor dentro de sus identidades territoriales, éstas no han solucionado la pobreza porque no se han articulan a la demanda de las comunidades lafkenche, por lo tanto su accionar está agotado.

**10.- Peña-Cortés F, Gutiérrez P, Rebolledo G, Escalona M, Hauenstein E, Bertrán C, Schlatter R & Tapia J (2006). Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del Lago Budi, IX región de la Araucanía, Chile. Revista de Geografía, Norte Grande, diciembre, número 036 Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. pp. 75-91.**

Area de investigación: planificación, alteración de la cuenca, conservación.

El objetivo de este trabajo fue determinar el nivel de antropización en los diversos tipos de humedales, sobre la base del grado de alteración de la cuenca y el impacto de las actividades humanas en las funciones de dichos ecosistemas como base para la planificación ecológica del área.

Análisis del Grado de Alteración de Subcuencas. Procesos de Fragilidad y Estabilidad: la estabilidad se definió considerando los criterios de cobertura vegetal, degradación, presión y tipo de uso de suelo (más cobertura vegetación, más estable). La fragilidad por su parte, consideró criterios morfológicos, morfométricos e hidrológicos (más pendiente, más frágil). También incluye forma de la cuenca y serie de suelo.

Análisis del Grado de Alteración de Humedales:

Se midió en base a la metodología de Evaluación de Impacto de EULA-CONAMA (1999): 1º se calculó el valor de cumplimiento de las funciones (VCF) de humedales frente a determinados usos de suelo en base a tres variables: reversibilidad (R), probabilidad de ocurrencia de un impacto (P) y magnitud (M) que integra intensidad, duración e influencia espacial.

Luego se calculó el valor del estado del humedal (VEH), en

$GA = VCF * VEH$
Donde: GA :Grado de alteración. VCF :Valor de cumplimiento de funciones de humedales. VEH :Valor estado del humedal.

una escala de 1 (poco relevante) -10 (muy relevante). En base a esto se calculó el grado de antropización de los humedales (GAH) y de las subcuencas (GAS)

Se categorizaron 219 subcuencas con grado de alteración alto (45.121 ha, 98 %), 47 con un grado de alteración media y baja (921 ha), 43 y 4 cuencas respectivamente, asociadas a las riberas del lago Budi (en los esteros Temo y Botapulli).

Las subcuencas de estabilidad baja, cubren una superficie de 29.690 ha (69 %), distribuidas en toda la cuenca, específicamente en sectores con mayor intensidad agrícola. En cuanto a la fragilidad de cada subcuenca, la alta fragilidad cubre una superficie de 24.664 ha (54 %), concentrado al norte y sur de la cuenca. Por otra parte, asociadas a las riberas del lago Budi, están las áreas de baja fragilidad, abarcando un superficie de 3.525 ha (8 %).

Según lo evaluado, las actividades que presentan una mayor incidencia en la alteración de las funciones de humedales son las agrícolas, forestales y de tala. Mientras que, entre los humedales que presentan una mayor susceptibilidad a ser alterados, se encuentran los de tipo ribereño con vegetación boscosa.

Un total de 1.714 ha (61% del total de los humedales) presentan un nivel “Muy Alto” de antropización. Corresponden a humedales estuarinos, ribereños con vegetación boscosa y emergente, y palustres con vegetación emergente, ubicados en el sector norte de la cuenca donde se están las mayores superficies dedicadas a la agricultura y con más problemas de erosión. Los humedales que presentan un nivel “Bajo” de antropización, cubren una superficie de 378 ha (14 % del total de humedales) y corresponden a humedales de marisma, palustres y ribereños con vegetación emergente, concentrados en el sector sur de la cuenca, específicamente en Isla Huapi, esteros Bolleco y Allipén, y algunos en las orillas del lago Budi. Aquí se registra mayor cobertura vegetal y un uso predominantemente ganadero.

El 51% de la superficie del área de estudio tiene uso agrícola. Es posible constatar que el uso de suelo y la cobertura vegetal y el desarrollo de actividades agrícolas con inadecuadas técnicas de

manejo, así como actividades forestales específicamente en las etapas de tala, inciden en el funcionamiento de los humedales.

**11.- Peña-Cortés, F., Rebolledo, G. , Hermosilla , K., Hauenstein, E. , Bertrán, C., Schlatter, R & Tapia, J. (2006). Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile. Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Ecología Austral* 16:183-196.**

Area de investigación: ecología del paisaje, cambio temporal del uso del suelo.

A través de la aplicación e interpretación de una serie de índices y métricas se analiza el cambio temporal de la estructura de los paisajes en mapas categóricos y se estudian las relaciones existentes entre un patrón espacial o el conjunto del mosaico paisajístico, y los procesos ecológicos analizados.

La cuenca del lago Budi se caracteriza por la ocupación agropecuaria, intensamente utilizada y modelada por procesos naturales, como el terremoto y tsunami del año 1960, además de la presencia de humedales continentales de tipo ribereño, palustre, estuarino, marisma, cuerpos de agua y bosques pantanosos. El patrón de asentamientos humanos y las tendencias económico-productivas en la cuenca han significado conflictos por la sustitución y cambio de uso de las coberturas naturales para actividades productivas aumentando la sobreexplotación del recurso suelo e incrementado la pérdida de materia orgánica, la acidificación y los procesos erosivos del suelo. Se trata de un paisaje de secano costero, altamente fragmentado, con remanentes de bosques de roble-laurel-lingüe y bosques de temo-pitra (hualve), principalmente renovales.

Los resultados señalan una disminución sostenida de la tierra de uso agropecuario, una conversión y avance de la actividad forestal (22.4% anual prom), aumento de la fragmentación del paisaje, un aumento de la superficie de humedales y una disminución de la superficie del espejo de agua del Lago Budi.

El cambio en la cobertura del suelo ha implicado un aumento de la erosión en laderas y alteraciones en el comportamiento hidrológico de la cuenca. El nivel de antropización de las subcuencas, vinculado a las prácticas de uso, la fragilidad y la estabilidad de éstas, ha significado un elevado transporte de sedimentos desde la cuenca hacia el cuerpo de agua, produciéndose colmatación en las riberas (Peña-Cortés *et al.*, en prensa; Peña-Cortés).

El desarrollo de la actividad forestal en las últimas décadas ha convertido a esta actividad en el principal agente modificador de la estructura del paisaje en el presente.

En este contexto, se hace necesario realizar manejo de la cuenca a fin de controlar la degradación de los suelos y la pérdida del espejo de agua del lago. Entre los elementos a considerar está la mantención y manejo de áreas buffer para mantener la conectividad estructural del paisaje y controlar el excesivo arrastre de sedimentos, aplicar técnicas de protección y restauración de los suelos y reconocer las áreas de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad a través de estudios específicos.

**12.- Quintanilla, V. (2001). Alteraciones del fuego sobre la biodiversidad de bosques templados. El caso del bosque pluvial costero de Chile Cuadernos Geográficos, número 31 Universidad de Granada, España pp. 7-21.**

Area de investigación: biodiversidad, planificación.

Los bosques templados de mayor riqueza en biodiversidad en Chile, se encuentran en montañas costeras al sur del territorio distribuidos en una cordillera litoral que se extiende aproximadamente entre los 39º y 44º sur. La prolongada intemperización del antiguo basamento metamórfico y las altas precipitaciones particularmente en la ladera occidental y cimas de cerros, sugieren que el aporte geológico de los nutrientes a los suelos forestales sería reducido. En la cordillera de la costa los suelos son generalmente antiguos, delgados y, una vez que se ha removido la vegetación son muy propensos a la erosión

Entre los 0 -500 msnm, se distribuye un bosque pluvial siempre verde muy húmedo. Las especies dominantes en el dosel de estos bosques son *Aextoxicon punctatum* (olivillo), *Laureliopsis philippiana* (tepa) y *Amomyrtus luma* (luma). Además hay una gran abundancia de epífitas y enredaderas.

Desde la década del 60 los incendios han sido muy recurrentes durante los veranos ocasionando alteraciones intensas a los bosques de Chile central y sur. En este trabajo se investiga el impacto de los incendios en estos ecosistemas, a través de un análisis temporal y espacial de los efectos de cambios de vegetación nativa del bosque pluvial afectado fuegos.

El fuego se utiliza para “limpiar” los terrenos y plantar especies comerciales y para eliminar los desechos las empresas forestales luego de cosechar los árboles a tala rasa. Aparte de las consecuencias negativas del fuego para biota, muchas veces se ha observado una reducción sucesiva de las franjas de protección llegando a veces hasta la orilla de los cursos de agua.

En las zonas quemadas las condiciones ambientales han cambiado radicalmente generando como consecuencia que especies de luz y de carácter colonizador empiecen a dominar la composición florística de la vegetación.

Como conclusión se indica que, entre otras cosas, se debe:

- Prohibir la tala rasa tal en pendientes fuertes y reemplazarla por cortas en superficies más pequeñas, dejando franjas de cobertura vegetal protectora.
- Ordenar y regular un adecuado plan de colonización de la población en los espacios montañosos del bosque remanente.

**13.- Serrano, C.; Rojas, C. (2003). El desarrollo desde la perspectiva del pueblo mapuche. Serie de Estudios Socio Económicos Nº 19.**

Area de investigación: desarrollo, sociedad mapuche.

En este trabajo se exponen los resultados del trabajo cualitativo realizado en el ADI-BUDI con el objetivo de conocer la visión acerca del desarrollo que tiene los indígenas que habitan en esta zona.

Algunas características de la zona son que existe gran homogeneidad étnica debido a lo cual los conflictos raciales y de tierras con la población no indígena son escasos. Es un territorio donde históricamente se ha vivido en condiciones de aislamiento relativo y pobreza, pero de paz social. El promedio de ingresos por concepto de trabajo y/o venta de productos es de \$ 49.429 (\$ de 1999). En el caso del 2% de la población que recibe además apoyo económico por concepto de jubilación, pensión o montepío, el promedio de ingresos aumenta al \$62.307 (\$ de 1999). En relación a los ingresos por subsidios, el 14,8% de la población recibe el Subsidio Único Familiar (SUF) y el 12% el Pensión Asistencial (PASIS).

Las necesidades de salud en la zona están cubiertas a través de suficientes postas de salud distribuidas al interior del territorio del Área y rondas médicas mensuales. Sin embargo, las atenciones de especialidades son escasas. Las necesidades de educación formal están cubiertas en el Área por 43 escuelas. Se observa un fuerte proceso migratorio campo-ciudad al interior de las comunas, hacia la capital regional, Temuco y hacia Santiago. Los principales motivos de la migración son: matrimonio (13,7%) y estudios (11,4%).

La opinión de los mapuches acerca del desarrollo está fuertemente marcada por cómo se ven a sí mismos, a los no indígenas y cómo visualizan el futuro:

- *Visión de sí mismos (raíces y tradiciones):* La visión que tienen de sí mismos se relaciona con los recuerdos de sus antepasados, quienes vivían en comunidades, y con un fuerte vínculo entre la tierra y la reproducción cultural. Consideran que por ser mapuche, con su

cosmovisión ligada a la naturaleza, no tuvieron los recursos ni las destrezas para dialogar, negociar y vincularse en iguales condiciones con la población no indígena, con el resultado de que una y otra vez fueron engañados.

- *Relación con los no indígenas:* La visión sobre los no indígenas está marcada por la histórica relación de dominación y discriminación de la que ha sido víctima el pueblo mapuche. Las referencias a los no indígenas son negativas y dan muestras de desconfianza. También el contacto con los no indígenas instala ambiciones y anhelos entre los indígenas: de bienestar material, de educación, de un trabajo estable, digno y bien pagado.
- *Visión del futuro:* Hay diferencias entre los más adultos y los jóvenes. Los adultos no tienen visión de futuro. Viven más el tiempo pasado y el presente. Sus actividades están marcadas por las costumbres tradicionales. Sin embargo, el mapuche joven, si bien mira al pasado, también mira el presente y el futuro. Esto está relacionado directamente con las posibilidades de educación y formación que han tenido los más jóvenes.
- *Visión del desarrollo:* el concepto de *desarrollo* no es un concepto propio de la cosmovisión mapuche, sino que se ha ido incorporando en los últimos años. No existe en mapudungun un concepto que se asocie con la idea de desarrollo. Los entrevistados señalaron que empezaron a utilizar la idea de desarrollo porque es la manera como el Estado le ha denominado a las políticas públicas dirigidas a los indígenas. En este sentido, el qué se entiende por desarrollo, está directamente relacionado con la oferta de beneficios y servicios que ofrece el Estado, más que con una visión clara y autoconstruida de lo que los propios mapuche esperan de su desarrollo.

Desde la visión mapuche, el desarrollo (definido como bienestar) se asocia con cuatro ideas sustantivas: a) alcanzar ciertas condiciones materiales mínimas; b) acceder a la educación; c) vivir en un territorio tranquilo en familia y en paz; y d) ser independientes, autónomos y respetados en sus modos de vida.

*Opiniones acerca de las Políticas de Desarrollo Indígena:* Los entrevistados hacen una fuerte crítica a la forma como se ha visto el desarrollo desde las políticas sociales, señalando que este se define de la manera como el mundo occidental entiende el bienestar, enfatizando lo material y sin incorporar los recursos y potencialidades de la propia cultura.

Destacan positivamente la preocupación que ha habido de parte del Estado y perciben que ello manifiesta que se les ha comenzado a ver como un grupo con presencia a nivel nacional. Ven que hoy en día, por ser mapuche, tienen acceso a un conjunto de beneficios y servicios del Estado. Acerca de la intervención de entidades privadas (ONGs, consultoras, etc.), manifiestan un fuerte rechazo, ya que tienen la sensación de que hay quienes buscan “sacar partido” de la situación que vive la población mapuche.

No obstante la valoración de las mejoras que se observa en los territorios en que ha intervenido el Estado, hay un conjunto de críticas a la manera como se define qué es lo que el Estado está entregando y aportando al desarrollo de los pueblos indígenas (cómo se toman las decisiones), y a la forma como se gestionan estos beneficios. Algunas críticas son: falta de flexibilidad de las políticas a la realidad indígena (ej: la construcción de vivienda básica social con el mismo diseño que en el resto del país), falta de cercanía con las comunidades indígenas, falta una visión más integral (el foco está en superar algunas carencias), falta planificación de la política (no están articulados), falta de confianza de parte del Estado en las capacidades de las comunidades.

**14.- Stuardo, J., Valdovinos, C., Dellarossa, V. (1989) Caracterización general del Lago Budi: una laguna costera salobre en Chile central. Cienc. y Tec. del mar CONA 13: 57-69.**

Area de investigación: ecología de sistemas límnicos.

El estudio se enmarca en el contexto de resaltar la importancia de las lagunas costeras como sistemas de alta productividad. Se realizaron estudios tanto en el canal de la laguna (Río Budi) como en la laguna propiamente tal (Lago Budi). Los estudios se enfocaron en muestreos de

profundidad, transparencia, temperatura, salinidad (en cortes verticales), con énfasis en determinar la profundidad de la haloclina y picnoclina, mediciones de oxígeno en superficie y profundidad, se analizó plancton cuali y cuantitativamente, además de bentos, y determinación de la productividad de la columna de agua. Los resultados concluyeron que el canal presenta profundidades medias entre 2 y 2,5 m, con temperaturas de aguas superficiales que disminuyen desde la "boca" hacia la laguna. El lago Budi es una laguna costera con aguas mixo-polihalinas, que presenta diferenciación de estratos de agua en el espacio. Los valores de salinidad varían a lo largo del año en distintos sectores, aunque dentro de un rango, manteniéndose además, homogénea en los primeros 4 m. Las profundidades máximas bordean los 7 y 8 m, y sus sedimentos se caracterizan por ser fangosos y reductores. El oxígeno disminuye con la profundidad y desde la "boca" hacia sectores de la cabeza sur de la laguna (fuera del área con vegetación). En cuanto a la productividad, se encontró que la clorofila "a" activa es mayor en muestras de fondo. Los componentes de flora y fauna descritos son principalmente dulceacuícolas, en donde la macrofauna bentónica es pobre tanto en el canal como en el lago, sin embargo en aguas someras que bordean la laguna existe una extensa franja de hidrófilas vasculares que albergan una fauna abundante y diversa de invertebrados. La ictiofauna es abundante a pesar de la extracción sostenida de algunas especies. La avifauna es también rica y abundante.

Se propone como necesidad conocer el patrón de comportamiento estacional de la columna de agua, del estrato trofogénico y de las comunidades bióticas en cuanto a su funcionamiento y a su composición específica.

15.- Tapia, J. Durán, E. Peña-Cortés, F., Hauenstein, E., Bertrán, C. Schlatter R., Vargas-Chacoff, L. y Jiménez, C. (2006) *Micropogonias manni* as a bioindicator for copper in lake Budi (IX region, Chile) . J. Chil. Chem. Soc., 51, Nº 2, pags: 901-904.

Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071797072006000200013&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071797072006000200013&script=sci_arttext&lng=en)

Area de investigación: ecología acuática de peces.

La presente investigación estudia el contenido de cobre en la especie *Micropogonias manni* (roncador, Huaiquil), pez nativo del lago Budi y consumido por la población de Puerto Domínguez, interés que surge de una investigación anterior que muestra altos niveles de este elemento en los sedimentos.

Los estudios se realizaron sobre hembras y machos, consideraron el largo y el peso de la especie, los tejidos musculares y de hígado son usados como muestras representativas. Las campañas de monitoreo fueron durante el mes de Julio (invierno) y la segunda en Octubre (primavera).

A partir del análisis de covarianza, y solo cuando se utiliza al hígado como variable dependiente, los resultados muestran una correlación entre la concentración de cobre con el largo y el peso de los peces. No existe relación con el sexo. Al comparar con especies de otros sistemas, los valores máximos de cobre encontrados en el tejido muscular de *Micropogonias manni* son mayores

**16.- Torrejón, F. y Cisternas, M. (2002) Alteraciones del paisaje ecológico araucano por la asimilación mapuche de la agroganadería hispano-mediterránea (siglos XVI y XVII). Revista Chilena de Historia Natural 75: 729-736.**

Area de investigación: cambio histórico del paisaje.

Una de las principales características de la colonización española de América fue la introducción de especies vegetales y animales. Además, se afianzó, el modelo agropecuario hispano-mediterráneo (Cultivos intensivos y ganadería de ungulados).

El área de estudio comprende al territorio históricamente ocupado por los mapuches, cuyos límites eran los ríos Itata, por el norte, Toltén por el sur, la cordillera de Los Andes por el este y el Océano Pacífico por el oeste. Dicho territorio fue conocido como “La Araucanía”.

Hacia 1550 los recursos de la Araucanía eran capaces de alimentar a una población indígena estimada en 500.000. Los Mapuches desarrollaban una economía diversificada, que se sustentó en la recolección, caza, pesca, agricultura incipiente y crianza de la llama. Estas actividades fueron principalmente de autoconsumo

El éxito de esta incipiente agricultura se debió a que los mapuches utilizaban principalmente los claros de bosque y fértiles terrenos de vegas para el cultivo de sus productos, mientras que el riego era proporcionado por las lluvias. Esto sumado al carácter extensivo de los cultivos, permitió la sustentabilidad del sistema. Las rotaciones y diversidad de especies vegetales habrían promovido también la retención de nutrientes del suelo y mecanismos de auto control biológico. Desde el punto de vista del paisaje, los policultivos indígenas se caracterizaban por ser miméticos, complejos e integrativos, imitando a los ecosistemas naturales, que no eran agredidos con trabajo animal ni arado. Respecto a la ganadería, se trataba de una faena criancera extensiva y de pequeña escala.

La irrupción de la agroganadería hispano-mediterránea provocó la desarticulación del sistema económico indígena, comenzando un acelerado proceso de alteración del paisaje ecológico araucano.

La primera actividad económica desarrollada por los conquistadores fue la explotación aurífera, cuando se agotó introdujeron especies para intensificar las prácticas agropecuarias hispano-mediterráneas. El ganado también se propagó rápido por la abundancia de forraje natural y la ausencia de grandes competidores.

La preferencia de los indígenas por las especies introducidas obedeció a razones eminentemente prácticas. La abundancia de granos (principalmente trigo y cebada) y de ganado sumada a la cierta facilidad para apropiarse de ellos, mediante incursiones depredatorias, permitió a los mapuches suplir con creces las pérdidas de cultivos y ganado autóctono expoliados por los conquistadores.

**17.- Valdovinos, C., D. Figueroa, F. Peña-Cortés, E. Hauenstein, B. Guiñez & V. Olmos. (2005). Visión sinóptica de la biodiversidad acuática y ribereña del Lago Budi. En: Smith-Ramírez, C., J. Armesto & C. Valdovinos (Editores). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. Capítulo 22: 407-417.**

Area de investigación: ecología, usos de suelo.

La vegetación de la cuenca del lago Budi se encuentra actualmente constituida por praderas alternadas con cultivos agrícolas y ganaderos, lo cual representa una amenaza para el ecosistema acuático. El objetivo es presentar una visión sinóptica de la biodiversidad de esta laguna costera.

Las principales asociaciones vegetales, nativas rivereñas corresponden al bosque de roble-laurel-lingue, bosque de olivillo y bosque pantanoso de temo-pitra en los niveles superiores, y de juncal-totoral a macrófitas palustres emergentes. La diversidad de macrofauna bentónica es pobre tanto en el río como en el lago, lo cual estaría asociado a la presencia de aguas mixohalinas y de

sedimentos fangosos anóxicos y reductores. La ictiofauna, por su parte se encuentra representada por 11 especies, la mayoría resistentes a amplios rangos de salinidad, destacándose la presencia de una especie endémica (*Micropogonias manni*). La avifauna alcanza las 132 especies destacándose que su riqueza en el sitio alcanza más del 30% del total nacional. En cuanto al estado de conservación de la cuenca del lago Budi, en ella se emplazan comunidades indígenas que realizan agricultura de subsistencia, y entre los usos del suelo predominan además praderas y humedales. La eutrofización del lago podría estar explicada por el arrastre de sedimentos desde los causes que se localizan en sectores de uso agrícola.

**18.- Velasco, L. (2001). Áreas de Desarrollo Indígena y Distritos Municipales Indígenas. El Desarrollo Indígenas desde las políticas de Chile y Bolivia. Revista Mad. (4)1:64.**

Disponible en: <http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/mad/04/paper05.htm>

Area de investigación: antropología y política indígena.

Algunas políticas hacia el sector indígena a nivel mundial tienen un carácter de diferenciación del resto de la sociedad, lo que se ha denominado “*discriminación positiva*”, que ha sido objeto de controversia. Por un lado, aquellos que la aprueban como es la población indígena, sector históricamente marginado en algunas naciones de América Latina, sus dirigentes, instituciones gubernamentales y no gubernamentales que apoyan este proceso y con el respaldo de sectores de la sociedad civil que están de acuerdo con este tipo de dotación de derechos. Por otro lado, aquellos sectores que se ven afectados (como por ejemplo terratenientes, políticos, y personas que tienen intereses en recursos naturales existentes en zonas indígenas) que las desapruaban y califican como de injustas.

En la actualidad, se pueden identificar tres tipos de derechos exigidos por los indígenas en sus demandas. Primero, se solicita al Estado salir de la marginalidad mediante la otorgación de *derechos materiales* (como la puesta en práctica de educación intercultural y bilingüe, solicitud de proyectos productivos, construcción de infraestructura, etc.). Segundo, se demandan derechos de

tipo *jurídico* (como el ser reconocidos formalmente en las constituciones o que se reconozcan de manera formal los idiomas indígenas y formas de vida, etc.). Tercero, corresponden a los derechos a nivel *simbólico*, que se refiere más bien, a la actitud del Estado (a través de sus políticas y sus funcionarios) y al resto de la ciudadanía en torno al reconocimiento del mundo indígena como sujeto legitimado socialmente.

## DOCUMENTOS TÉCNICOS

### **1.- Proyecto de Cooperación Técnica FAO, Ministerio de Agricultura, Seremi de Agricultura IX Región y Asociación de Municipalidades de la Araucanía. 2000. Desarrollo de la pesca y la acuicultura a pequeña escala. Proyecto de Desarrollo Rural de la Araucanía.**

El documento se enmarca dentro del análisis de debilidades y problemas que afectan al desarrollo del sector pesquero extractivo de la IX región, de acuerdo a lo cual se proponen lineamientos de estrategia para las actividades de apoyo al sector que ejecutaría el Proyecto de Desarrollo Rural para Comunidades y Pequeños Productores Pobres de la IX Región de la Araucanía (PRODERA).

El lago Budi es una laguna costera salobre que contiene un área de desarrollo indígena conformada por un 90 % de población mapuche rural, con altos índices de población rural (84,6 %) y de extrema pobreza (46,5%).

La pesca artesanal en el Lago Budi, organizada a través del sindicato pesquero de puerto Domínguez y de *Ruka Leufu* de Romopulli, es de carácter multiespecífico y proporciona principalmente las especies Huayquil (*Micropogon manni*) y Lisa (*Mugil cephalus*) y en menor medida Carpa (*Cyprinus Carpio*) y Pejerrey (*Odonthestes spp*).

Estos recursos se encuentran hoy en día en una situación de degradación lo cual ha afectado a la pesca artesanal, disminuyendo la cantidad de pescadores en un 80 %. La disminución de los

desembarques desde mediados de la década pasada fluctuó desde 115 Ton/año a unas 30 Ton/año, situación que llevó a la realización de un plan de recuperación de los recursos pesqueros (en principio de Lisa y Huaiquil), que busca desincentivar la pesca extractiva y estimular la acuicultura, además comprende la estandarización de los tamaños permitidos de captura que asegure la reproducción de los individuos. Sumado a ello se propone crear una zona de refugio que abarque entre el 10 y 20 % del lago (área de reserva) y dotar a las comunidades de pescadores artesanales de un recinto para la reproducción artificial. El repoblamiento mediante piscicultura beneficiaría a pequeños productores pesqueros.

## **2.- Programa ciudadanía y Gestión Pública - Universidad de los Lagos. Plan de Desarrollo Pesquero Artesanal de Puerto Saavedra: “El mar ya no es nuestra frontera”**

La iniciativa busca incrementar los niveles de ingresos de los pescadores artesanales de la comuna de Saavedra a través de la generación y ejecución de un plan de desarrollo pesquero participativo, cuyo propósito se centró en que el mar ya no fuera una frontera para el desarrollo económico de la comuna, es decir, romper con el mito de que los pescadores de Puerto Saavedra no ingresarían al mar.

Entre los principales actores involucrados destacan las 11 organizaciones de pescadores artesanales, la Oficina de pesca de la Municipalidad de Saavedra, SECPLAN y DIDECO, MOP-DOP IX Región, FOSIS, Fundación Nacional para la Superación de la Pobreza con su programa Servicio País, SENCE y SERNAM, entre otros.

Durante el desarrollo del proyecto se consiguió realizar una transferencia tecnológica, en donde el municipio se desempeñó como facilitador del proceso. Luego de seis años la agrupación de pescadores cuenta con 7 lanchas, por otra parte la agrupación de mujeres de pescadores logró construir la primera etapa de un centro gastronómico, otros resultados tratan de la creación de la Oficina Municipal de Pesca, la reconstrucción del Terminal pesquero y la reconstrucción del muelle y bodegas para los pescadores.

De manera particular, los resultados conseguidos dentro de la comuna de Puerto Saavedra dan cuenta de la inclusión del componente pesquero en el ámbito de desarrollo económico dentro del PLADECO (2002-2006). Esta iniciativa ha logrado reactivar eficazmente el desarrollo económico de la comuna, puesto que se han creado fuentes de trabajo e incrementado los ingresos económicos de los pescadores y de sus mujeres.

Se expone que para la continuidad del desarrollo del proyecto es necesario el componente de la participación ciudadana, la existencia de una alianza público privada, cohesión social del gremio pesquero, además del funcionamiento de la oficina municipal de pesca y del empoderamiento de la comunidad frente al plan de desarrollo pesquero.

### **3.- Atlas elaborado por el proyecto GAR-ADI Budi**

El área de desarrollo indígena (ADI) del Lago Budi tiene una extensión de 388 Km<sup>2</sup>. En ella viven 9.094 personas de las cuales el 90.2% de las personas pertenecen a la etnia mapuche.

Es parte de la comuna de Puerto Saavedra y Teodoro Schmidt. La zona se caracteriza por terrazas litorales, pequeñas colinas, clima sin oscilaciones térmicas y una precipitación anual de 1500 mm.

El lago tiene una forma muy irregular y ocupa una gran parte del ADI. En 1960 algunas puntillas rocosas se convirtieron en islas por el hundimiento del fondo lacustre.

El principal uso que se le da al suelo es: cultivos (93.5%) y pastoreo (3.9%)

El índice de analfabetismo de la población sobrepasa el 80% y corresponde principalmente a los grupos etáreos 56 - 65 y mayor de 66 años.

El 80% posee luz eléctrica. Y respecto al agua potable entre 1995 y 1999 se ha instalado el servicio en Huincul, Boca Budi, Piedra Alta y Puerto Domínguez. Sobre el agua para regadío, solo el 7%

dispone de ella proveniente de pozo, ríos o vertientes. El sistema de salud está compuesto por postas y rondas médicas.

El atlas incluye cartografías de: Comunas, localidades censales rurales (1992), títulos de merced de las comunidades mapuches, lugares sagrados mapuches, predios con título de dominio, propietarios con herencia no legalizada, derecho real de uso de suelo, cultivos de los predios, consumo familiar, problemas en la producción predial, viviendas con subsidio rural, fuente de agua para las viviendas, sistema de eliminación de excretas (pozo negro), Sistema de eliminación de basura (quema), viviendas sin suministro eléctrico, estado de conservación de las viviendas, índice de hacinamiento, población de las comunidades mapuches, escolaridad, beneficiarios del sistema de salud, ocupación de la población (hombres y mujeres), sistema previsional (hombres y mujeres), emigración, establecimientos educacionales, centros de salud, proyectos de agua potable, proyectos de electrificación rural, red vial, actividades sector pesca, sistemas comunitarios mapuche de agua potable vía gravitacional, división predial, red hidrográfica, curvas de nivel, uso de suelo.

#### **4.- Proyecto GAR ADI-BUDI. Antecedentes generales, modelo participativo de gestión territorial ADI-BUDI. Propuesta para el área de desarrollo indígena Lago Budi.**

El objetivo de este proyecto es apoyar la toma de decisiones para el desarrollo del ADI en el Lago Budi, por parte de todas las autoridades técnico-políticas de la Región de la Araucanía y los dirigentes de las comunidades indígenas. Este documento es un resumen del instrumento metodológico que contribuye para que el mandato legal focalizar la acción pública en el ADI sea integral, participativo, sustentable y fortalecedora de la gestión territorial mapuche. El ADI comprende gran parte de la comuna de Puerto Saavedra y una parte de Teodoro Schmidt, en los alrededores del lago Budi gran parte del territorio es rural.

PASOS:

Identificación la localización del Área de desarrollo indígena: Tiene una superficie de 502.9 km<sup>2</sup>, donde hay unos 10.000 habitantes (90% indígena) Taller 1: “Para la elaboración de un ordenamiento territorial del ADI-BUDI”.

Identificación de las demandas de las comunidades del Budi. Se formó un comité directivo y técnico. se desarrollo un ciclo de talleres participativos que replantea una construcción metodológica desde el “aprender haciendo” y el “diálogo de saberes”.

Generar un mecanismo para mantener continuidad y coordinación intersectorial que asegure un diálogo permanente y constructivo entre las comunidades mapuches y los servicios públicos, gora y municipios.

Se propone implementar una cooperación estructurada entre los municipios y los servicios públicos (con alta incidencia en el territorio), un respaldo político que coordine la inversión pública en el territorio para la mediación de conflicto se propone una instancia neutral y metodologías de comunicación grupal.

\* No se muestran los resultados

#### **5.- Proyecto GAR ADI-BUDI. Cartografía sociocultural proyecto GAR ADI-BUDI y Proyecto GAR ADI-BUDI. Territorialidad de origen ADI Lago Budi (zonas de pesca artesanal, uso del suelo y riesgo ambiental).**

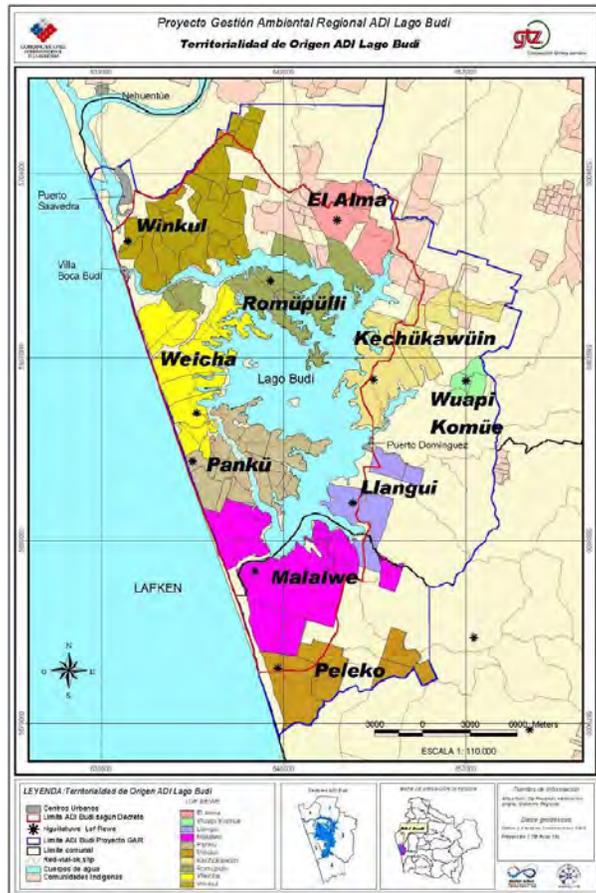
Resultados de la cartografía participativa, que representa la visión de las comunidades Mapuche Lafkenche respecto a su OT de origen.

Resultados obtenidos: Mapa de pesca artesanal, cultivo de peces y zonas de recolección, mapa área de interés turístico (etnoturismo), uso de suelo y riesgo ambiental. No se muestran las cartografías.

En el documento, Proyecto GAR ADI-BUDI. Territorialidad de origen ADI Lago Budi (zonas de pesca artesanal, uso del suelo y riesgo ambiental), se encuentran las cartografías de la Cartografía de Territorialidad de Origen, nos muestra la forma en cómo los habitantes originarios de esta área

ordenaban su territorio y cómo este se organizaba sociopolítico y culturalmente. Sin embargo, el Budi según la asignación de Títulos de Merced corresponde a 111 pequeños espacios de terrenos, denominadas reducción. Posteriormente, se subdivide la reducción y asignan Títulos de Dominios a las familias residentes en ese entonces, con la creación de la Ley Indígena a estas reducciones les permite constituirse en Comunidad Indígena Jurídica, lo que actualmente se ha traducido que en una misma reducción haya más de una comunidad jurídica. Más tarde esta misma Ley crea el Área de Desarrollo Indígena Lago Budi, lo que vuelve a dividir el territorio esta vez el límite asignado divide comunidades, familias, predios, etc.

En el documento se muestran las cartografías de mapa de pesca artesanal, cultivo de peces y zonas de recolección, Mapa Área de interés turístico (etnoturismo), uso de suelo y riesgo ambiental.



## 6.- Proyecto GAR ADI-BUDI. Conceptos territoriales Mapuches introducidos

- Reducción: Corresponde a un área circunscrita en la que vive un cierto número de personas. Desde 1883 se entregó una escritura de cesión denominada “Titulo de Merced”, a nombre del jefe del grupo y las personas de éste, de una superficie de tierras en tenencia legal común.
- Títulos de Dominios de Propiedad Individual: A partir de 1979, por medio del decreto ley 2568, del 25 de marzo, la reducción deja de ser considerada como unidad legalmente existente, disponiéndose además, por el mismo cuerpo legislativo, la división de las reducciones, y la entrega de títulos de propiedad individual sobre la tierra.

- Comunidad: Esta corresponde a un espacio que “puede estar formada por una o más reducciones.
- Rewe: Espacio geográfico al cual se adscribe un grupo social cuyos integrantes se perciben y definen como miembros de este.
- Lof: Territorio al que se adscribe un determinado grupo de familias Mapuche.
- Lof Rewe: Territorio conformado por uno o más Lof.

En el caso del ADI Lago Budi esta forma de ordenar el territorio pone en cuestión los límites propuestos por MIDEPLAN desde una perspectiva sociocultural y constituye una de las justificaciones para desarrollar el ADI Budi.

#### **7.- Proyecto GAR ADI-BUDI, Metodología participativa para la formulación de una planificación territorial con visión mapuche.**

La orientación metodológica se centra en la relación entre la propia comunidad, el Gobierno Municipal y las Instituciones Públicas. La metodología que se presenta revierte el enfoque tradicional del desarrollo “DE ARRIBA HACIA ABAJO” por un enfoque “DE ABAJO HACIA ARRIBA”, que fomenta, apoya y fortalece la capacidad existente de las comunidades del Área de Desarrollo indígena Lago Budi para identificar sus propias necesidades, plantear sus propios objetivos.

La investigación y la planificación participativas se basan en el principio de que “participar es decidir”. En ellas es fundamental el protagonismo del Consejo Pu Werken y de otras organizaciones al interior del Área de Desarrollo, en todas sus etapas e instancias del proceso de Ordenamiento Territorial.

## Implementación Metodológica del Proyecto

La facilitación externa de la Cooperación Técnica Alemana – GTZ mantiene una actitud de respeto y apertura con respecto a lo que expresan los participantes; la función es: animar, escuchar, no dirigir, no manipular y respetar los aportes de los diferentes actores locales.

### Pasos:

- Generar confianza.
- Preparar una serie de encuentros participativos.
- Designar un equipo técnico.
- Visita a terreno para conocer la realidad de las comunidades.
- Capacitación Técnicos a comunidades.
- Aprendiendo a conocer la cultura Mapuche Lafkenche capacitación de las comunidades a los técnicos).
- Ciclo de Talleres Territorial Participativos para el análisis del OT con visión Mapuche.
- Mesa de concertación del territorio del Budi: para validar los resultados y concertar prioridades.
- Difusión de la información.

Corresponde al Gobierno Regional hacer un adecuado seguimiento de este Modelo de Gestión Territorial para el ADI- Budi, así como a las propias organizaciones partícipes del proceso el apropiarse del tema y hacerlo real, adecuando la gestión de los servicios públicos y las autoridades políticas a este modelo, sin embargo es preciso diseñar indicadores de participación y dejar establecidos espacios de diálogo y evaluación de los resultados y avances del proceso, ello es tarea conjunta del equipo técnico y las comunidades del ADI Lago Budi de modo que las herramientas sean adecuadas a la realidad de la zona.

\* No se muestran los resultados

**8.- Proyecto de Cooperación Técnica FAO, Ministerio de Agricultura, Seremi de Agricultura IX Región y Asociación de Municipalidades de la Araucanía. 2000. Desarrollo de la pesca y la acuicultura a pequeña escala. Proyecto de Desarrollo Rural de la Araucanía.**

El documento se enmarca dentro del análisis de debilidades y problemas que afectan al desarrollo del sector pesquero extractivo de la IX región, de acuerdo a lo cual se proponen lineamientos de estrategia para las actividades de apoyo al sector que ejecutaría el Proyecto de Desarrollo Rural para Comunidades y Pequeños Productores Pobres de la IX Región de la Araucanía (PRODERA).

El lago Budi es una laguna costera salobre que contiene un área de desarrollo indígena conformada por un 90 % de población mapuche rural, con altos índices de población rural (84,6 %) y de extrema pobreza (46,5%).

La pesca artesanal en el Lago Budi, organizada a través del sindicato pesquero de puerto Domínguez y de *Ruka Leufu* de Romopulli, es de carácter multiespecífico y proporciona principalmente las especies Huayquil (*Micropogon manni*) y Lisa (*Mugil cephalus*) y en menor medida Carpa (*Cyprinus Carpio*) y Pejerrey (*Odonthestes spp*).

Estos recursos se encuentran hoy en día en una situación de degradación lo cual ha afectado a la pesca artesanal, disminuyendo la cantidad de pescadores en un 80 %. La disminución de los desembarques desde mediados de la década pasada fluctuó desde 115 Ton/año a unas 30 Ton/año, situación que llevó a la realización de un plan de recuperación de los recursos pesqueros (en principio de Lisa y Huaiquil), que busca desincentivar la pesca extractiva y estimular la acuicultura, además comprende la estandarización de los tamaños permitidos de captura que asegure la reproducción de los individuos. Sumado a ello se propone crear una zona de refugio que abarque entre el 10 y 20 % del lago (área de reserva) y dotar a las comunidades de pescadores artesanales de un recinto para la reproducción artificial. El repoblamiento mediante piscicultura beneficiaría a pequeños productores pesqueros.

## **9.- Documentos de diagnóstico territorial, Borde costero de la IX región de la Araucanía.**

Disponible en: <http://berlin.dis.ufro.cl/fichas/c3f03/c3f03.html>

Capítulo 9: Factores y áreas de riesgo costero en las comunas de Puerto Saavedra y Teodoro Schmidt.

El objetivo de este trabajo es identificar los tipos de amenazas naturales más recurrentes en el Borde Costero, según su origen. Todo ello se desarrollará a partir de la información disponible en estadísticas y cartografía de organismos responsables de estas problemáticas (Oficina Nacional de Emergencias y Protección Civil y el Gobierno Regional). Se descomponen los desastres de acuerdo a parámetros propios de la amenaza (natural) y la vulnerabilidad (social).

El ordenamiento del territorio, necesariamente requiere conocer la historia de desastres naturales ocurridos en el área de estudio, ya que esto muchas veces condiciona manifestaciones actuales y futuras. Por lo tanto, al ordenar el territorio es necesario saber dónde puedo y no puedo formar constructos humanos.

Resultados (solo de las comunas de interés Puerto Saavedra, Teodoro Schmidth, Carahue): Estas comunas en su conformación territorial no presentan casi peligros de amenazas naturales

Amenazas probables y problemas ambientales:

- Hay baja intensidad de fenómenos geodinámicos (sismos y contingencias climáticas anormales). Sin embargo, posee un potencial de amenazas geodinámicos por la formación de aludes que eventualmente pueden terminar en un Tsunami.
- Existe erosión de laderas, reptación y desprendimiento de suelos solo en colinas con alta pendiente, en general, provocados por variables meteorológicas, y debido a la escasa protección forestal que aún subsiste en las laderas.

- Las amenazas hidrometeorológicas posibles son: en veranos cálidos, aumenta la posibilidad de incendio. Y la acción del viento y oleaje que corroe y destruye las costas.
- Las altas mareas son una preocupación constante, por el hecho de que generan inundaciones en las tierras de uso agrícola. Además de inundación de los lechos mayores por las lluvias invernales. Este tipo de amenazas, afecta a los grupos humanos a distintas escalas, son vulnerables por el emplazamiento del centro poblado, por aspectos económicos y de acceso a prestaciones de salud, porque fenómenos de este tipo, siempre se asocian a brotes de enfermedades.
- El viento tiende a formar dunas, hay sectores junto al lago Budi, donde las dunas van en aumento, por lo que en las últimas dos décadas se ha plantado *Ammophila Arenaria* para estabilizarlas.
- Los roces a fuego, el sobrepastoreo, los desperdicios humanos, el desboscamiento costero, han aumentado y son éstas las causas del aumento de la carga sedimentaria en los ríos y su depositación en la desembocadura.

Los resultados del proyecto muestran una gran zona de inundación en torno al Lago Budi, ello no es un hecho menor, al considerar que buena parte de su cuenca esta poblada tanto en sus márgenes como en el conjunto de islas, y esta población muchas veces no posee las condiciones de vida adecuadas para subsistir, por lo tanto su grado de vulnerabilidad es mucho mayor.

## **10.- Evaluación sobre las prácticas de gestión y capacidades en las áreas de desarrollo indígena-ADI. Informe final.**

Disponible en:

<http://www.origenes.cl/images/descargas/manuales/Informes/Informe%20final2.pdf>

Desde el año 1999 el ADI Lago Budi ha concentrado el interés de diversos proyectos y estrategias, sin embargo la más relevante es la gestión territorial desarrollada por el Proyecto GAR-GTZ y los procesos asociados a este proyecto realizados por la SERPLAC Además, en el contexto del ADI se han realizado otros proyectos dirigidos a mejorar la calidad de vida de las personas como el proyecto de las Mil casas del MINVU.

Antes de la llegada de Orígenes al ADI Budi se realiza un conjunto de inversiones. En el período 2000-2004 esta inversión se distribuyó de la siguiente manera: ESSAR (24,3%), MOP (22,3%), GORE-FNDR (11,9%), MINVU (11,9%), CONADI (9,1%), MINEDUC (6,1%), Municipal (4,4%), FOSIS (3,4%), SUBDERE- M. Urbano (2,9%), INDAP (2,8%), Chile Deportes (0,4%), SUBDERE M. Barrios (0,4%) y SAG (0,1%). Esta inversión alcanza a los 7.264.328 (en Miles de \$ diciembre de 2004). Sin embargo esta política de inversiones no implica la instalación de gestión o cogestión en el ADI. Esta gestión realizada sólo se expresó como gestión de recursos, en ningún caso se trata de gestión destinada a la instalación de capacidades o a la búsqueda de mecanismos de participación de las comunidades en la gestión del ADI.

El Proyecto GAR, para recoger la información básica realizó, en conjunto con las comunidades 13 Pichitrawnes (reuniones pequeñas) y Futatrawn (reunión grande). El resultado de este proceso permitió la división del ADI Budi en 7 sectores. Asimismo se instaló una mesa de trabajo con una contraparte “el Consejo Puwerken Lof Budi”, también conocido como Consejo de Werkenes. El proyecto también contó con la participación y colaboración de la CONADI, CONAMA-IX Región, IMA-UFRO, GTZ, la Comisión Nacional para la superación de la Pobreza a través del Servicio País, la Secretaría Regional de Bienes Nacionales y SERPLAC IX Región.

El proyecto GAR no ejecutó tareas de gestión concretas en el ADI sino que fue un modelo para la aplicación de acciones futuras que consideren el uso racional y culturalmente mediado, un Plan de Ordenamiento Territorial con Visión Mapuche, para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales, así como el aprovechamiento de las potencialidades sociales y culturales en la organización y explotación del espacio, planteó un conjunto de ideas y lineamientos para que los sectores e instituciones involucrados en el ADI pudieran tomar decisiones.

La llegada de Orígenes al ADI se produce en un momento en que existían conflictos entre las autoridades regionales y las comunidades del Lago. Al mismo tiempo existían expectativas y aprensiones sobre la llegada del Programa. Uno de los errores que se reconocen sobre la llegada del programa fue haberlo anunciado como una gran bolsa de dinero.

La máxima expresión de una estrategia de gestión en el ADI se da a partir del Proyectos GAR y la creación y funcionamiento de una “Mesa Técnica del Budi”, en ella participaban los servicios públicos y las máximas autoridades políticas de la región, Intendente y Gobernador Provincial, SEREMIS, SERPLAC y el Consejo de Werkenes. El año 2002 se integra a la mesa el Programa Orígenes, los entrevistados del Programa señalan que Orígenes tenía escasa capacidad de propuesta en la mesa y que sólo se esperaba de él su aporte en recursos. Desde el 2004 y con la menor intensidad del conflicto en el lago Budi la Mesa ha tendido a perder peso, sin embargo se ha conservado como espacio de interlocución entre Orígenes y los Werkenes.

Por otra parte el programa implementó el COZ (Comités operativos zonales) para el ADI, este sesiona con regularidad y en el participan la mayor parte de los servicios públicos y un importante número de comunidades, así como los werkenes. Los COZ han permitido que se cree un espacio de diálogo e intercambio entre el Programa, los coejecutores y las comunidades indígenas del Lago Budi, es por lo demás, la estructura de coordinación que más tiempo ha permanecido después de la decadencia de la Mesa Técnica del Budi.

La primera conclusión que se puede extraer sobre las prácticas de gestión en el ADI Budi y el papel de Orígenes es que el ADI no existe como herramienta o estrategia de gestión sino como espacio

de focalización de recursos y priorización de la oferta pública. El Programa no ha instalado capacidades de gestión perdurables en el tiempo, autoreplicables, autónomas y que puedan ser apropiadas por los sujetos.

El Programa en este sentido ha tenido una actitud “inercial” en el sentido de replicar las mismas prácticas de los servicios públicos en términos de la relación y la consulta a la comunidad.

#### **11.- GTZ y GAR 2002. Línea Base, Área de Desarrollo Indígena Lago Budi.**

Las poblaciones que habitan estas áreas han desarrollado históricamente actividades productivas relacionadas a los servicios ecosistémicos de la cuenca del Lago Budi.

Estas áreas comprenden gran parte de la comuna de Teodoro Schmidt y las localidades de Puerto Saavedra y Puerto Domínguez. El 77% de la población reside en zonas rurales y presentan características típicas de la pobreza rural, en donde la producción destinada principalmente al autoconsumo determina una economía de subsistencia, sin embargo las malas prácticas agrícolas, que consiste en abonar o sobre abonar el suelo, en laderas muy pronunciadas o con métodos poco productivos, hace que se produzca un enriquecimiento excesivo del agua, sobre todo con elemento nitrogenados y fosfatados.

De lo anterior se desprende que tanto que los cambios en el ecosistema como en las poblaciones están relacionadas, donde cualquier plan estratégico de desarrollo local a implementar en el Área debe partir por permitir mejores condiciones sociales básicas (saneamiento, vivienda, etc.), por un lado y de manejo integrado y protección de la Cuenca donde se encuentra el Lago.

El documento de línea base, desarrolla un extenso estudio sobre las condiciones sociales y económicas de las áreas de desarrollo, basado en el análisis de encuestas sociales y otros instrumentos participativos, en otras palabras trata de recoger la información de primera fuente, y por último propone bases para un desarrollo integral para la zona de estudio.

## 12.-GTZ y GAR, 2003. Sistematización y Priorización de Demandas Establecidas por las Comunidades Indígenas del Budi.

En base al documento “Demandas y propuestas de las comunidades mapuche del territorio Lafkenche, para la elaboración de un Plan Indígena en el Área de Desarrollo Indígena del Budi”, elaborado en Marzo del año 2002, se encargó la sistematización de y priorización de las demandas establecidas por las comunidades mapuche del ADI Budi.

Este documento tiene como objetivo ordenar y priorizar las demandas planteadas por los siete sectores que integran el ADI-Budi, con la finalidad de poder elaborar cartografía que sea utilizada por las diversas instancias gubernamentales en atención a los requerimientos de las comunidades.

Se aplicó el método de análisis de contenido sobre el documento “Demandas y propuestas de las comunidades mapuche del territorio Lafkenche, para la elaboración de un Plan Indígena en el Área de Desarrollo Indígena del Budi”. La información recopilada fue llevada a representaciones cartográficas en escalas de 1:50.000, 1:70.000 y 1:150.000.

Los resultados se expresan clasificados en 7 ámbitos por cada sector del ADI. Dichos sectores corresponden a: participación, educación, desarrollo productivo, territorio, infraestructura, medioambiente y salud. Los cuales fueron evaluados cualitativamente como: muy prioritario (MP), prioritario (P), poco prioritario (PP). A continuación se presenta una tabla resumen con las valoraciones por sector.

Sector	Participación	Educación	Desarrollo	Territorio	Infraestructura	Medioambiente	Salud
1	PP	P	P	P	MP	PP	P
2	P	P	MP	PP	P	P	P
3	P	P	P	P	P	PP	MP
4	PP	MP	P	P	MP	P	P
5	PP	MP	P	PP	MP	PP	P
6	PP	PP	MP	PP	MP	P	P
7	PP	MP	P	P	P	PP	MP

En general se aprecia que los ámbitos con mayor prioridad son los de educación, infraestructura, desarrollo y salud. Por otro lado, los aspectos menos prioritarios para la población son los de medioambiente y participación social.

**13.- ACF Consultores Ltda. y DOP-MOP 2008. Estudio de Prefactibilidad Construcción de Mejora Desembocadura Lago Budi, Etapa 1: Ajuste Metodológico, Diagnóstico de la Situación Actual y Proyectada, Definición del Problema.**

Este estudio presenta un análisis de la prefactibilidad de construcción de la mejora en la desembocadura en el lago Budi. Dado que las zonas aledañas al lago se ven afectadas por las crecidas durante la época de invierno, lo cual incide sobre el sistema de transporte lacustre (rampas y embarcaderos) y vial y por lo tanto, se ven afectadas todas las personas y actividades desarrolladas en este territorio. Se analizaron las demandas locales respecto de la necesidad de apertura permanente del lago, se determinó la superficie de inundación y los costos asociados. Por otro lado, se realizaron vuelos aerofotogramétricos, se realizó la batimetría, muestreos físicos y químicos, además se analizaron coliformes.

Respecto de la calidad de agua se concluye que en base a la aplicación del modelo CAEDYM sólo se puede tener una visión general del comportamiento de las variables, sin que éste pueda ser calibrado con datos de terreno, excepto en el caso del oxígeno disuelto. No es posible determinar si la anoxia en la capa de fondo genera un flujo de nutrientes de magnitud importante hacia la columna de agua que implique un proceso de fertilización interna del sistema.

Por otro lado, la superficie recuperada para cultivos o crianza de animales, debido a la disminución del nivel del lago, también es otra fuente importante de materia orgánica que llega al lago, por lo tanto si no se tiene un manejo adecuado de prácticas agrícolas, se tendrá un aumento de nutrientes en el lago.

En cuanto a las crecidas del lago, esto tiene un efecto directo sobre la contaminación de pozos de extracción de agua, por efecto del agua salada, por lo cual muchas familias quedan sin suministro de agua dulce. Sin embargo, la solución a los diversos problemas se que asocian con la crecida del lago no pasan solamente por la apertura permanente, sino que requieren de una intervención conjunta en el ámbito productivo, de modo de poder recuperar efectivamente los terrenos que actualmente se encuentran inundados.

**14.- Stuardo, J., Valdovinos, C., Figueroa, R., Occhiipinti, A. 1993. Los ambientes costeros del golfo de Arauco y áreas adyacentes. *Serie Monografías Científicas, Centro EULA (Chile) 9: 157.***

Este documento presenta una descripción de parámetros físicos, químicos y biológicos del lago Budi. Respecto de los parámetros físicos-químicos se describe la salinidad, temperatura, oxígeno, nutrientes, pH, turbidez, potencial redox de los sedimentos, granulometría y materia orgánica. Respecto de estos últimos se señala que en el sector meándrico cercano a la boca, se encuentran arenas gruesas y gránulos de origen marino, con sedimento fino en las partes profundas. Los sedimentos del vaso lagunar son fangos finos, negruzcos arcilloso y reductores.

En cuanto a los parámetros biológicos, se analizaron organismos bentónicos y fitoplancton.

**15.- Proyecto GEF –PMRH 2001. Perfiles Ecológicos de las Cuencas de los Ríos Lluta, San José, Huasco, Elqui, Limarí, Petorca, La Ligua, Mataquito, Itata, Imperial y del Lago Budi.**

Respecto del lago budi, se describe su perfil ecológico así como también es estado de conservación de especies de flora y fauna terrestre. Se señala que no existen antecedentes de la mayoría de las actividades antrópicas en la cuenca y su efecto sobre la biodiversidad acuática y terrestre de ella. Se recomienda entre otros aspectos, cuantificar estacionalmente las variables físicas y químicas, así como también la biomasa y productividad de la vegetación acuática (microalgas y macrófitas) y sus componentes a escala espacial y temporal, diagnosticar los procesos críticos que sustentan a las comunidades acuáticas, tales como la reproducción, las relaciones de alimentación, la

abundancia, distribución y estructura etaria, además de realizar un estudio de las principales amenazas e impactos sobre los organismos acuáticos y sus hábitats, de tal forma de identificar los sectores más vulnerables del punto de vista de las actividades que se desarrollan en la cuenca, la distribución y abundancia de los organismos y las características de sus hábitats.

## **Documentos identificados, sin acceso al término de este proyecto**

### **TESIS**

Beltrán, J., Gallegos, L. Maldonado, M., Pino, E. (1978). Geografía del litoral entre Boca Budi y Lobería. Tesis Universidad de Chile. 151 pp.

García, S. (2005) Determinación de oxido nitroso y caracterización química del agua en el Lago Budi IX Región, Chile. Escuela Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

Hermosilla, K. (2006) Cambio de uso de suelo en la cuenca del río - lago Budi y sus principales efectos en la morfología y superficie del cuerpo de agua durante el periodo 1980 – 2004. Laboratorio de Planificación Territorial. Universidad Católica de Temuco

Matus, T. (2005) Producción y difusión de oxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en el Lago Budi, IX Región, Chile. Escuela Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

Rebolledo, G. (2006). Dinámica del paisaje: Patrones y Procesos para la planificación ecológica del Borde Costero de La Araucanía. Laboratorio de Planificación Territorial. Universidad Católica de Temuco

Silva, A. (2005). Caracterización bacteriana del Lago Budi (IX Región, Chile), con énfasis en el aislamiento de bacterias del ciclo del Nitrógeno. Escuela Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

## DOCUMENTOS TÉCNICOS

Flores, J. 1995. Antecedentes históricos del territorio Lafkenche del Budi. En: *Manual del Área de Desarrollo Indígena del Lago Budi*. Instituto de Estudios Indígenas, UFRO. Temuco, impreso general. 1 edición. p. 9-28.

Pérez, S. 2000. Cuenca Costera Lago Budi. Documento de Trabajo N°18 del PMRH. Disponible en el centro documental de la DOH – MOP.

Programa Orígenes 2005. Informe final de la consultoría de Evaluación sobre las prácticas de gestión y capacidades en las Áreas de Desarrollo Indígena-ADI

Proyecto GAR ADI-BUDI 2002, La elaboración de maquetas como herramienta para el ordenamiento territorial ambiental participativo en el ADI-BUDI

Saavedra, M. 1994. Censo oficial cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) en el lago Budi, IX Región, Años 1989-1993. Boletín Técnico N° 55. CONAF, IX Región, Temuco, Chile.

## Anexo 8: Cruce información bibliográfica

### Análisis de Tesis

Documento	Vegetación	Suelo	Hidrodinámica Budi	Ecol. Trófica Budi/Cuenca	Flora/Fauna Lago	Etnias	Leyes	Sustentabilidad/Conservación
T1	x							
T2	x	x						
T3				x				
T4						x		
T5							x	
T6						x		
T7					x			
T8		x				x		
T9				x				
T10					x			
T11						x		
T12						x		
T13			x					
T14	x							
T15				x				
T16		x						
T17		x						
T18						x		x
T19		x						
T20						x		
T21	x							

T22					x					
T23							x			
T24		x								
T25									x	
T26							x			
T27							x			
T28							x			
T29			x							
T30			x							
T31									x	
T32								x		
T33						x				
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>36</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	

Análisis de Artículos

Documento	Vegetación	Suelo	Hidrodinámica Budi	Ecol. Trófica Budi/Cuenca	Flora/Fauna Lago	Etnias	Leyes	Sustentabilidad/Conservacion	
A1					x				
A2					x				
A3						x			
A4	x								
A5					x				
A6					x				
A7					x				
A8					x				
A9						x			
A10	x	x							x
A11	x	x				x			x
A12	x								
A13						x			
A14				x	x				
A15					x				x
A16						x			
A17					x				
A18						x			
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>25</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	

Análisis de Documentos

Documento	Vegetación	Suelo	Hidrodinámica Budi	Ecol. Trófica Budi/Cuenca	Flora/Fauna Lago	Etnias	Leyes	Sustentabilidad/Conservación	
D1					x	x		x	
D2						x			
D3						x			
D4						x		x	
D5		x			x	x			
D6						x			
D7						x			
D8					x	x			
D9		x				x			
D10						x			
D11						x			
D12						x			
D13			x						
D14			x						
D15					x				
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>22</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	