



Universidad Austral de Chile  
Facultad de Ciencias

**PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DEL RIO  
CRUCES Y SUS RIOS TRIBUTARIOS**

**7 mayo 2014**

---

Dirección · Campus Isla Teja · Valdivia · Chile

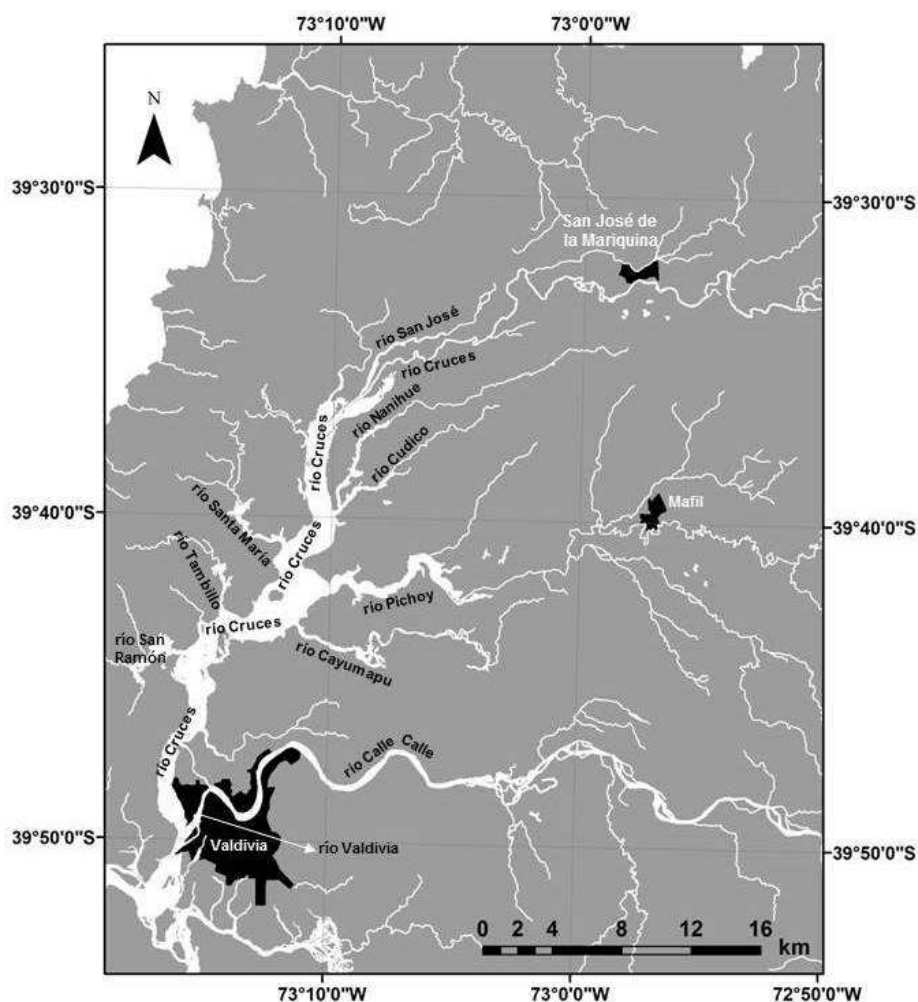
Casilla 567 · Fono: 56 63 221347 · email: [fciencia@uach.cl](mailto:fciencia@uach.cl) · [www.uach.cl](http://www.uach.cl)

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MONITOREO	4
Precipitaciones, caudal hídrico y mareas	4
Variables físicas, químicas y biológicas en el medio acuático	4
Conocimiento ecológico local	15
Cambios de uso del suelo	16
Riesgo Ecológico	16
IV. METODOLOGIAS	17
Monitoreo de precipitaciones, caudal hídrico y mareas	17
Monitoreo de variables físicas y químicas en el agua	17
Monitoreo de variables físicas y químicas en el sedimento	19
Monitoreo de variables biológicas en el medio acuático	21
Monitoreo basado en el conocimiento ecológico local	24
Monitoreo de cambios de uso del suelo	27
Monitoreo de Riesgo Ecológico	27
V. INFORMACION A CONSULTAR DURANTE EL PROGRAMA DE MONITOREO	28
VI. SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL	30
VII. CAPACITACION	30
VIII. DIFUSION DE LA INFORMACION	31
IX. CARTA GANTT DE ACTIVIDADES	31
X. CONTRAPARTE TECNICA	32
XI. OTROS ASPECTOS	33
XII. REFERENCIAS	33
XIII. EQUIPO DE INVESTIGADORES	34

## I. INTRODUCCION

Durante el periodo invierno - primavera del año 2004, ocurrieron en el humedal del río Cruces y sus ríos tributarios (Figura 1) cambios ambientales significativos, incluyendo entre otros la mortandad por causas desconocidas y emigración de la población de cisnes de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y la reducción significativa en la cobertura de la macrófita acuática lucheillo (*Egeria densa*); planta que antes del año 2004 era la fuente primaria de alimento de los cisnes en este humedal.



**Figura 1.** Ubicación del humedal del río Cruces y los ríos tributarios de mayor importancia por su volumen hídrico.

Como consecuencia de lo anterior y en base a resultados de estudios realizados por la Universidad Austral de Chile, el Consejo de Defensa del Estado inició un juicio en contra de Celulosa Arauco y Constitución, cuya planta Valdivia fue sindicada como la responsable de los cambios ambientales arriba mencionados.

Con fecha 27 de julio de 2013, la Jueza del Primer Juzgado Civil de Valdivia, Doña Gloria Hidalgo dictó sentencia indicando entre otras, la implementación de una serie de medidas entre las que se encuentra la de ***“Realizar un programa de monitoreo medio ambiental por parte de la empresa demandada, constante y por un período no inferior a cinco años, el que deberá efectuarse de acuerdo a las condiciones de calificación ambiental establecidas en la RCA 279/98 y sus modificaciones posteriores, por los organismos competentes, sin perjuicio de lo que éstos ordenen o hayan ordenado”***.

Por otra parte, Arauco en acuerdo con el Consejo del Defensa del Estado (CDE) conformó el 26 de noviembre del 2013 un Consejo Científico Social (CCS), cuyo objetivo ha sido realizar sugerencias y orientaciones a las medidas dictadas por la sentencia judicial.

Como se mencionó anteriormente, una de estas medidas corresponde a la realización de un monitoreo medio ambiental del humedal del río Cruces y para lo cual el CCS encargó a la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile (UACH), el diseño de una propuesta para dar cumplimiento a esta parte de la sentencia y considerando una serie de orientaciones para el diseño de ese monitoreo (ver Tabla siguiente).

### ORIENTACIONES GENERALES PARA EL MONITOREO (medida 3)

TEMA	DEFINICIÓN
<b>Área de estudio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Río + Santuario + Estuario (incluyendo los tributarios o afluentes. Importante acotar la cuenca a la zona de interacción).</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aportar información de calidad de manera sistemática, capaz de identificar efectos agudos y crónicos, que contribuya a la preservación y restauración del humedal.</li> </ul>
<b>Componentes</b> (incluyendo las interacciones entre ellos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del agua</li> <li>Calidad de sedimentos</li> <li>Estado de Fauna</li> <li>Estado de Flora</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar con metodologías propias del estado del arte, reconocidas y actualizadas.</li> <li>Considerar laboratorios acreditados.</li> <li>Considerar la metodología de Evaluación de Riesgos.</li> <li>Considerar todos los estudios diagnósticos y otros informes de monitoreo existentes para el ecosistema (UACH, CONAF, DGA, Gobernación marítima, SISS, Monitoreo RCA Planta de Celulosa, Norma Secundaria Calidad Ambiental, entre otros).</li> <li>Considerar la participación de la comunidad y su conocimiento ecológico local en el diseño y la implementación del monitoreo.</li> <li>Considerar el Diagnóstico como referencia para el diseño del sistema de monitoreo.</li> <li>Considerar algún procedimiento de re-diseño del monitoreo (diseño adaptativo) en función de los resultados del diagnóstico inicial y del monitoreo en el tiempo.</li> </ul>
<b>Usos de la información</b> obtenida por el monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>El monitoreo debe tener instancias de evaluación de los datos y de difusión pública de los resultados. Se espera que sus conclusiones puedan, además de describir el estado del humedal, proponer cursos de acción que contribuyan al objetivo de preservar y restaurar.</li> <li>La información del monitoreo (datos e interpretación de ellos) será entregada al "Centro de Investigación de Humedales" y será de carácter pública.</li> </ul>
<b>Entidad Técnica</b> responsable del Pre-Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile. Se sugiere que la Facultad considere la incorporación de otros actores como complemento en su propuesta de pre-diseño.</li> </ul>

En base a las orientaciones indicadas en la Tabla anterior, la Facultad de Ciencias de la UACH, en conjunto con investigadores de la Universidad de Concepción y la

Universidad Santo Tomás, sede Santiago, ha preparado esta propuesta de Programa de Monitoreo Ambiental a ejecutarse en un plazo de cinco años (2015-2019).

## II. OBJETIVOS

Los objetivos del Programa de Monitoreo Ambiental son:

- Evaluar la variabilidad espacio - temporal del componente abiótico y biótico que de cuenta del estado actual del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.
- Integrar los resultados de este programa de monitoreo con los de otros programas en ejecución en el área de estudio y cuya modalidad de recolección de datos y análisis, sean similares a los de este programa.
- Integrar el conocimiento ecológico local con los estudios de los componentes abióticos y bióticos del medio acuático, a fin de integrar diferentes actores en el seguimiento del estado ambiental del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

## III. COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MONITOREO

### **Precipitaciones, caudal hídrico y mareas**

Se incluye en este programa, el monitoreo de las precipitaciones en el área de estudio, del caudal hídrico en el río Cruces y de la marea en el humedal. Esto debido a que la variabilidad a mediano plazo de estos factores, afecta la estructura y funcionamiento del ecosistema del humedal.

### **Variables físicas, químicas y biológicas en el medio acuático**

La Tabla 1 muestra los componentes abióticos (variables físicas y químicas) y bióticos (variables biológicas), que en base a la experiencia de los integrantes del equipo de trabajo, deben estar necesariamente incluidos en un monitoreo ambiental del medio

acuático del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. No obstante lo anterior, es necesario señalar que el programa de monitoreo que aquí se propone, deberá ser revisado y re-evaluado acorde los resultados del Programa de Diagnóstico sugerido para el mismo humedal. Acorde a tal revisión, podría ser el caso por ejemplo, que el tipo de variable a analizar y el número de estaciones a muestrear aquí sugerido tenga modificaciones. Podría ser también, que haya que agregar aspectos no incluidos en las variables que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Variables físicas y químicas de aguas superficiales y sedimentos y variables biológicas a ser incluidas en el Programa de Monitoreo del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

Variables físicas y químicas en aguas superficiales	Periodicidad de muestreo	Estaciones
Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto.	Continuo (con uso de "data loggers").	<p>Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.</p> <p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.</p>
Sólidos suspendidos particulados y transparencia del agua.	Mensual.	<p>Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.</p> <p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.</p>

Oxígeno disuelto, demanda bioquímica y química de oxígeno, sulfatos, cloruros, carbono orgánico total, nutrientes, coliformes totales y fecales, metales pesados disueltos y suspendidos (hierro, aluminio, manganeso, cobre, cadmio, plomo, zinc, mercurio y arsénico) y compuestos orgánicos persistentes (ácidos grasos y resínicos y AOX).

Estacional (períodos de menor y mayor caudal).

Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.

Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.

Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.

Mediciones de dioxinas y furanos.

**Nota:** se sugiere analizar en principio muestras de cuatro de las ocho estaciones para evaluación de presencia de dioxinas y furanos (estaciones 1, 2, 4 y 7). Si se encontrasen indicios de tales compuestos en las muestras de esas estaciones, se analizarán también las muestras de las cuatro estaciones restantes. Estas últimas habrán sido mantenidas siguiendo protocolos estándares, para este tipo de procedimientos.

Una vez al año (período de menor caudal).

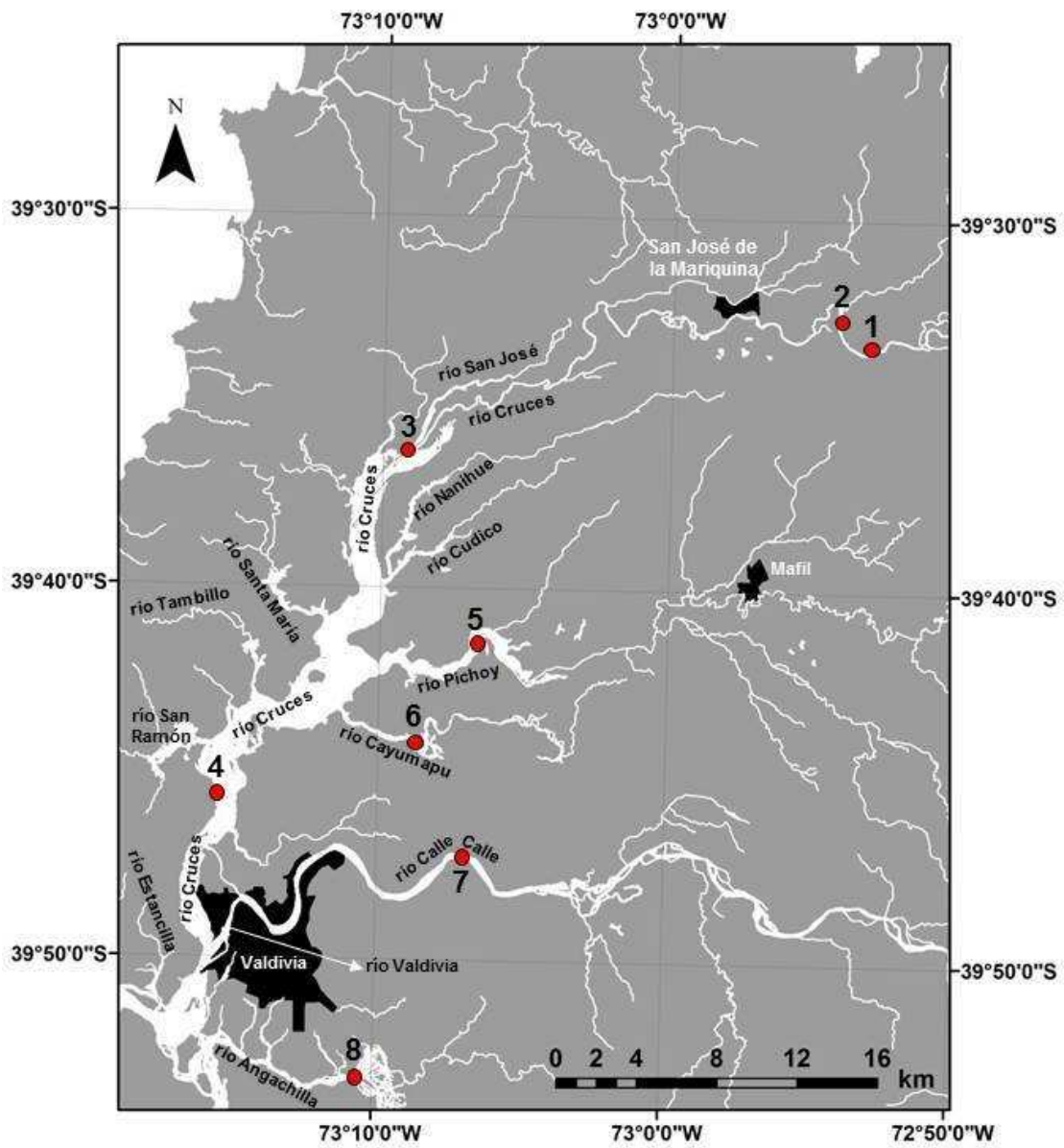
Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.

Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.

Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.



Variables físicas y químicas en sedimentos	Periodicidad de muestreo	Estaciones
Textura, granulometría, materia orgánica, carbono orgánico total y potencial redox (a analizar en conjunto con la macrofauna de fondos sedimentarios)	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.
Metales pesados (hierro, aluminio, manganeso, cobre, cadmio, plomo, zinc, mercurio y arsénico), compuestos orgánicos persistentes (ácidos grasos y resínicos, AOX y EOX) y mediciones de dioxinas y furanos.	Una vez al año (período de menor caudal).	Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.
<i><b>Nota:</b> se sugiere analizar en principio muestras de cuatro de las ocho estaciones para evaluación de presencia de dioxinas y furanos (estaciones 1, 2, 4 y 7). Si se encontrasen indicios de tales compuestos en las muestras de esas estaciones, se analizarán también las muestras de las cuatro restantes. Estas últimas habrán sido mantenidas acorde protocolos estándares, para este tipo de procedimientos.</i>	Una vez al año (período de menor caudal)	Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.



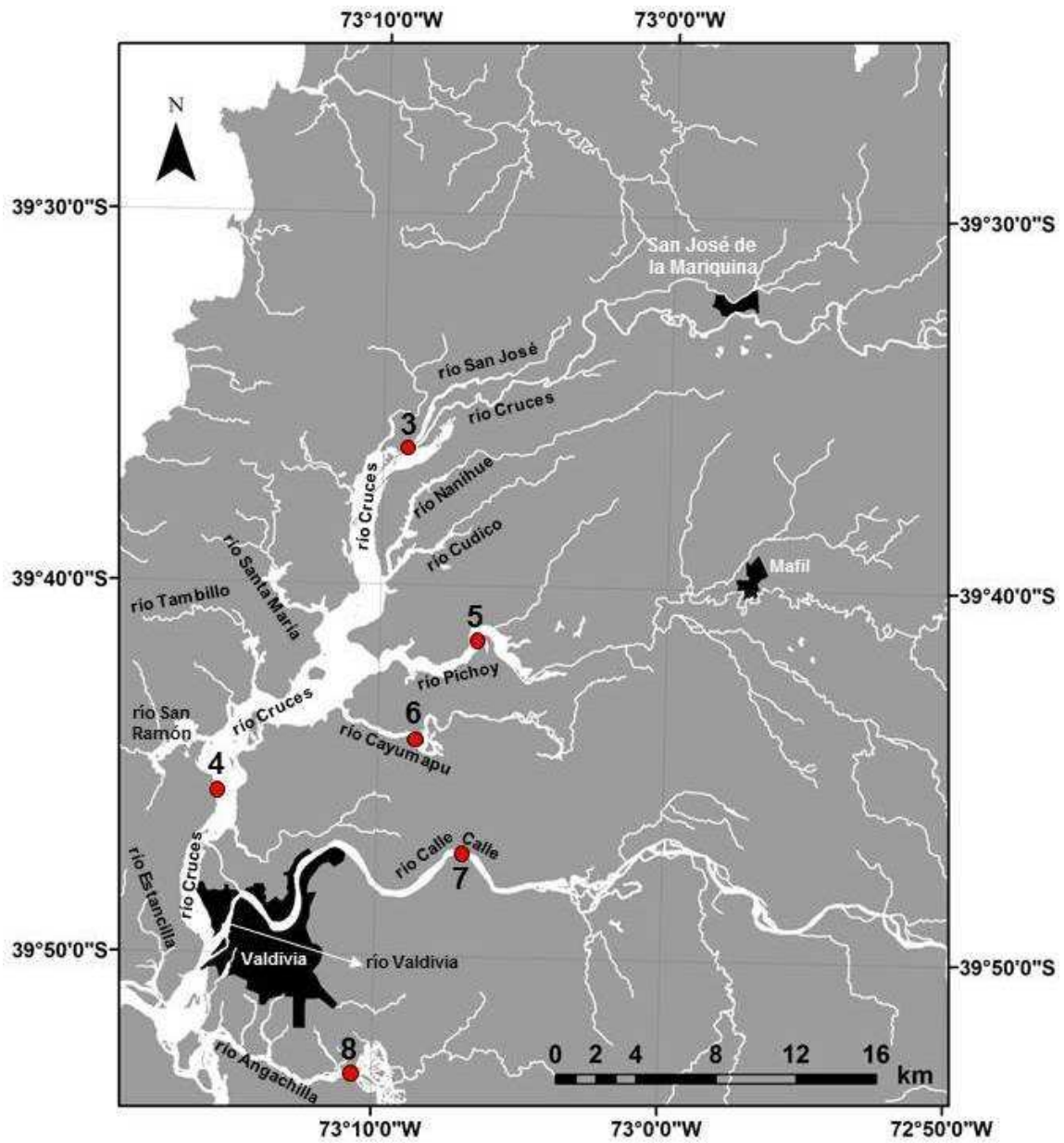
**Figura 2.** Ubicación de los sitios de muestreo seleccionados para el monitoreo del agua superficial y sedimentos del área de estudio.

<b>Variables biológicas</b>	<b>Periodicidad de muestreo</b>	<b>Estaciones</b>
Riqueza de especies y cobertura de macrófitas acuáticas.	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	Eje central del río Cruces: estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 3.  Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 3.  Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 3.
Cobertura de macrófitas acuáticas.	Una vez al año y durante el período de menor caudal.	Mediciones en base a fotografías y videos acoplados a sistemas UAV (“Unmanned Aerial Vehicles”) en:  Eje central del río Cruces: estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 3.  Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 3.  Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 3.
Cobertura de macrófitas y calidad de agua.	Una vez al año.	Todo el humedal vía análisis de imágenes satelitales.
Riqueza de especies y abundancia de la macrofauna de fondos sedimentarios (a analizar en conjunto con los análisis de textura, granulometría, materia orgánica, carbono orgánico total y potencial redox de los sedimentos).	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.

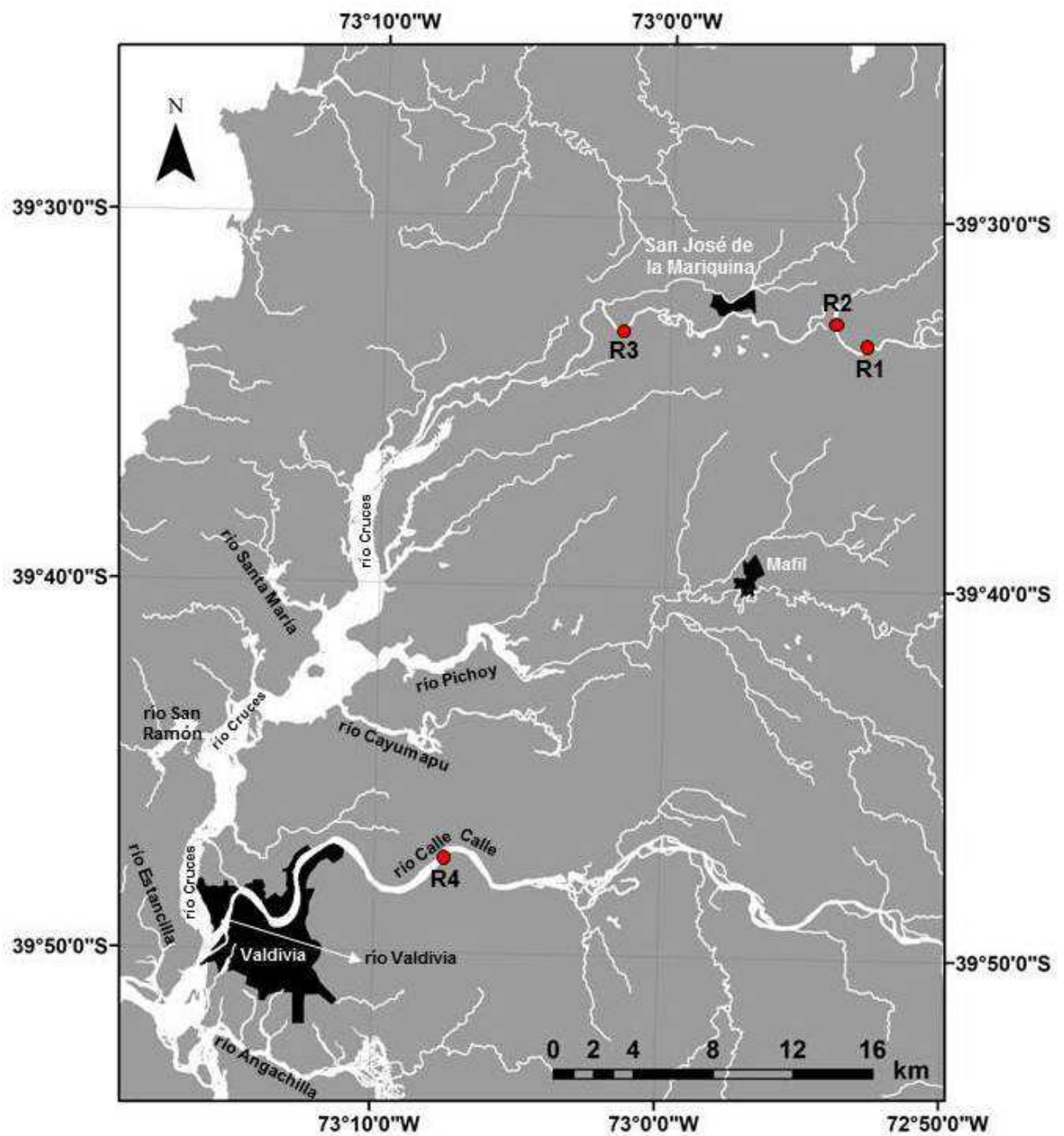
		<p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.</p>
Riqueza de especies y abundancia de la macrofauna de fondos ritrales o pedregosos.	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	<p>Eje central del río Cruces: estación R1 (sector Ciruelos), R2 (sector Rucaco), R3 (sector Carriquilda); Fig. 4.</p> <p>Fuera del humedal: estación R4 (río Calle Calle); Fig. 4.</p>
Abundancias poblacionales y características de historia de vida de camarones.	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	<p>Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.</p> <p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.</p>
Riqueza de especies, abundancias poblacionales y características de historia de vida de la ictiofauna.	Dos veces al año (a fines del verano o período de menor caudal y durante la primavera).	<p>Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 3 (Fuerte San Luis), estación 4 (Punucapa); Fig. 2.</p> <p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 2.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle) y estación 8 (río Angachilla); Fig. 2.</p>

Estado sanitario de la ictiofauna.	Una vez al año (a fines del verano o período de menor caudal).	<p>Eje central del río Cruces: estación 1 (sector Ciruelos), estación 2 (sector Rucaco), estación 4 (Punucapa); Fig. 5.</p> <p>Ríos tributarios del humedal: estación 5 (río Pichoy) y estación 6 (río Cayumapu); Fig. 5.</p> <p>Fuera del humedal: estación 7 (río Calle Calle); Fig. 5.</p>
Riqueza de especies y abundancias poblacionales de anfibios y reptiles.	Estacional (primavera).	<b><i>A determinar según resultados del Diagnóstico.</i></b>
Riqueza de especies y abundancias poblacionales de la avifauna.	Cada mes y en base a datos de CONAF.	Los mismos sectores que muestrea CONAF.
	Estacional, durante varias horas del día y en cuatro tipos de hábitat (aguas libres o hábitat no asociado a orillas, bañados, vegetación palustre y bosque fluvial).	<b><i>En sectores a determinar según resultado del Diagnóstico.</i></b>
Abundancias poblacionales de los mamíferos acuáticos.	Estacional (primavera).	<b><i>A determinar según los resultados del Diagnóstico.</i></b>

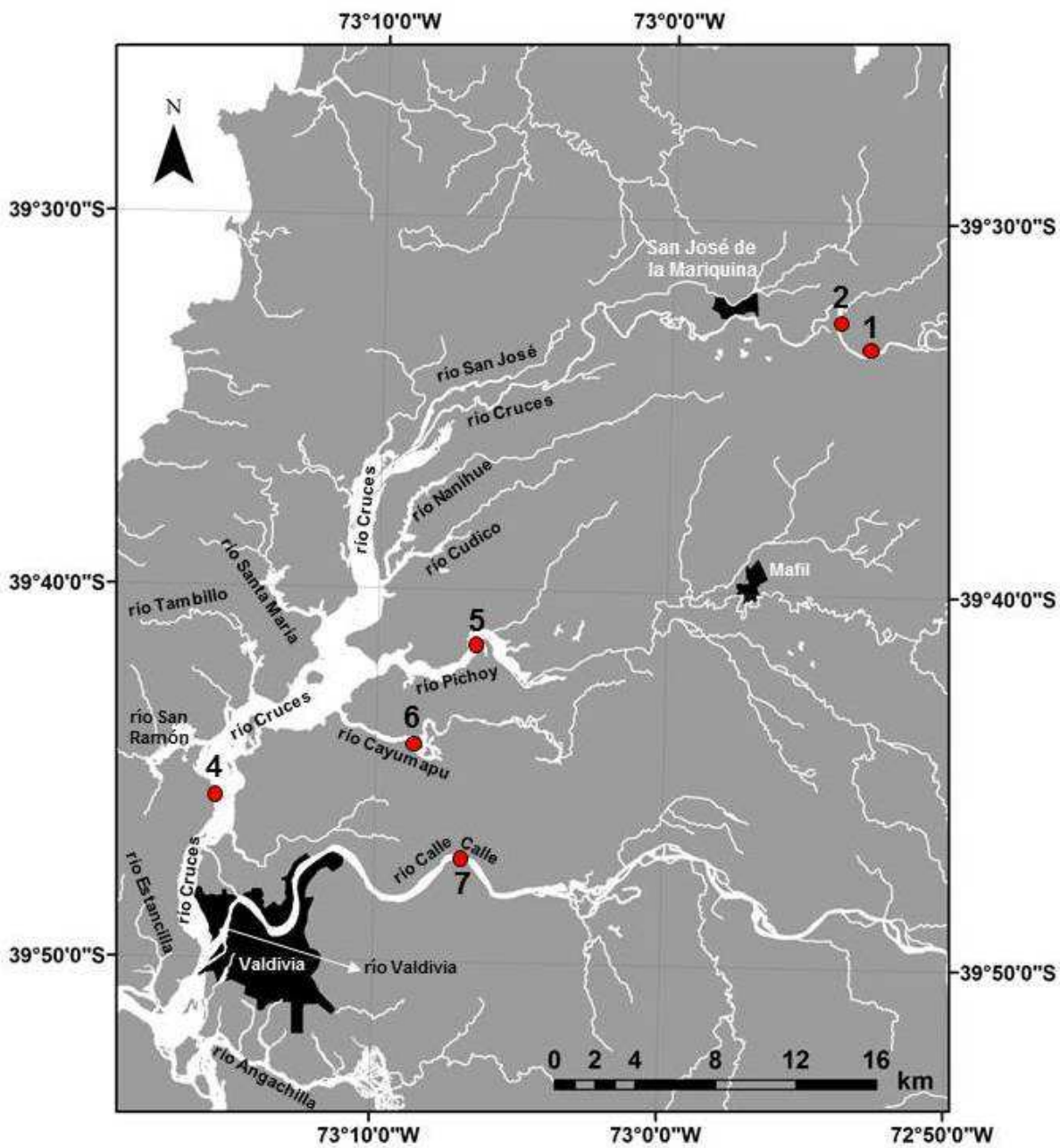
---



**Figura 3.** Ubicación de los sitios de muestreo seleccionados para el monitoreo de las macrófitas acuáticas en el área de estudio.



**Figura 4.** Ubicación de los sitios de muestreo seleccionados para el monitoreo de la fauna de fondos ritrales o pedregosos. R1 = río Cruces, sector Ciruelos, R2 = río Cruces, sector Rucaco, R3 = río Cruces, sector Carriquilda, R4 = río Calle Calle.



**Figura 5.** Ubicación de los sitios de muestreo seleccionados para el monitoreo del estado sanitario de la ictiofauna.



### **Conocimiento ecológico local**

Especial atención requieren las acciones y análisis de monitoreo que surgen del conocimiento ecológico local. Este aspecto se vincula con la participación social en el seguimiento e investigación sobre ecosistemas sometidos a amenazas. Esto es especialmente válido en situaciones de crisis, en las que el conocimiento local es un medio de empoderamiento de las comunidades para poder ejercitar sus propias habilidades de interpretación y gestión, posibilitando un mayor control y validación del proceso de desarrollo sustentable. Lo anterior implica internalizar procesos metodológicos que faciliten la co-construcción de conocimiento; es decir, la creación de espacios de interfaz entre diferentes tipos de conocimiento y de los actores que los acogen y generan (Blaikie *et al.*1997).

En este ámbito del monitoreo, se tendrán presentes los siguientes criterios:

- Sustentabilidad del humedal.
- Participación social.
- Valoración de interfaces de conocimientos.
- Aprendizaje social.
- Eficacia.
- Eficiencia.

Los indicadores específicos basados en el conocimiento ecológico local a introducir en el programa de monitoreo del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios, surgirán del Programa de Diagnóstico que, como se establece en el documento correspondiente, tiende a establecer:

- El conocimiento e interpretación de percepciones y experiencias significativas de actores locales sobre el humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

- La identificación, descripción y localización de transformaciones en el estado de las aguas, flora y fauna del humedal.
- La identificación y descripción de amenazas significativas para el humedal.
- Las indicaciones para incorporar al programa de monitoreo ambiental y capacidad/voluntad para co-participar de este proceso.
- La selección de aspectos del estado del humedal y de sus programas de gestión, en los que se requiere de interfaces o articulaciones dinámicas entre científicos, informantes comunitarios y otros actores vinculados a la gestión y sustentabilidad del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

Los indicadores basados en el conocimiento ecológico local, se refieren a aspectos naturales, sociales, y económico productivos con énfasis en aquellas percepciones y experiencias, que sean indicativas de riesgos y amenazas para el humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

#### **Cambios de uso del suelo**

Se incluye en este programa de monitoreo, el estudio de los eventuales cambios de uso del suelo en el área del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Dos son las variables a incluir en el monitoreo de uso del suelo: i) cobertura vegetal, forestal y agrícola, y ii) expansión de las áreas urbanas y de infraestructura.

#### **Riesgo Ecológico**

Durante el Programa de Monitoreo se contrastarán resultados que se originen en los estudios de calidad del agua de este programa, con los valores referenciales señalados en estudios de Riesgo Ecológico, realizados recientemente en el humedal del río Cruces (Encina *et al.*, 2009, 2010, 2011), para lo cual se continuará con análisis teóricos a través de juicio experto. El mismo tipo de actividades es también parte del Programa de Diagnóstico.

#### **IV. METODOLOGIAS**

A continuación se entregan las metodologías a utilizar en cada uno de los componentes del Programa de Monitoreo del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

##### **Monitoreo de precipitaciones, caudal hídrico y mareas**

La variabilidad temporal de las precipitaciones (mm) será estudiada mediante el análisis de la data histórica de las mismas, obtenida diariamente en la Estación Meteorológica de la Universidad Austral de Chile, desde el año 1960. Se analizará la variabilidad del caudal del río Cruces en base a datos recolectados periódicamente por la Dirección General de Aguas (DGA) a partir del año 1969. La variabilidad mareal en el humedal será analizada mediante la comparación de datos que se obtengan diariamente de un mareógrafo instalado en el río Valdivia, y de datos que provengan de mediciones puntuales en diferentes puntos del humedal.

##### **Monitoreo de variables físicas y químicas en el agua**

Las variables físicas y químicas a monitorear en el agua superficial de los sitios de estudio, son:

- Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto.
- Demanda bioquímica y química de oxígeno.
- Concentración de sólidos suspendidos particulados y transparencia del agua.
- Concentración de sulfatos y cloruros.
- Concentración de carbono orgánico total.
- Concentración de nutrientes (fósforo total, fósforo soluble, nitrito, nitrato, amonio y nitrógeno total).
- Concentración de bacterias coliformes totales y fecales.
- Concentración de metales pesados (fracción disuelta y particulada) (hierro, aluminio, manganeso, cobre, cadmio, plomo, zinc, mercurio y arsénico).

- Concentración de compuestos orgánicos persistentes incluyendo ácidos grasos, ácidos resínicos y compuestos Organo-Halogenados Adsorbibles (AOX).
- Medición de dioxinas y furanos (17 congéneres incluidos en el Convenio de Estocolmo de 1972).

Las metodologías de mediciones *in situ* y análisis de laboratorio para el monitoreo de variables físicas y químicas en el agua son:

- Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto: uso de sensores multi-paramétricos para mediciones *in situ* y obtención de datos en línea (Unidades: °C, unidades de pH, umS/cm y mg/L, respectivamente).
- Demanda bioquímica (DBO): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 2005. Method 5210 B.
- Demanda química de oxígeno (DQO): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 2005. Method 5220.
- Sulfatos: Gravimetría. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 2005. 4500-SO42- C y/o Cromatografía Iónica. EPA Method 300.0 (Nota: se usan los dos métodos dependiendo del rango de concentración).
- Cloruros: Volumetría. NCh2313/32.Of199 y/o Cromatografía Iónica. EPA Method 300.0. Nota: se usan los dos métodos dependiendo del rango de concentración.
- Sólidos suspendidos particulados: método gravimétrico (Unidad: mg/L).
- Transparencia: uso de Disco Secchi para mediciones *in situ* (Unidad: m).
- Carbono orgánico total: método de combustión catalítica (Unidad: % C).
- Nutrientes: (fósforo total, fósforo soluble, nitrito, nitrato, amonio): mediante absorción molecular (Unidades: mg/L, amonio; umol/L).
- Bacterias coliformes totales y fecales: metodología de cultivo y recuento de colonias (NMP/100 ml).

- Metales pesados: i) separación de la fracción disuelta de la particulada mediante filtración de las muestras con una membrana de 0,45  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro, y ii) cuantificación mediante espectroscopia de masa de plasma inductivamente acoplado (ICP-MS). El mercurio se analizará por espectrometría de absorción atómica de vapor frío (Unidades: metales disueltos:  $\mu\text{g/L}$  y metales particulados:  $\mu\text{g/g}$ ).
- Ácidos grasos: cromatografía gaseosa con detección de masa (Unidad:  $\mu\text{g/L}$ ).
- Ácidos resínicos: cromatografía gaseosa con detección de masa (Unidad:  $\mu\text{g/L}$ ).
- Compuestos Órgano-Halogenados Adsorbibles (AOX): titulación microcoulombimétrica con adsorción en carbono activado (Unidad:  $\text{mg/L}$ ).
- Dioxinas y furanos: Cromatografía gaseosa de alta resolución con detección de masa de alta resolución (HRGC/HRMS) y preparación automática de muestras (FMS) utilizando Extracción en Fase Sólida (SPE) (Unidad:  $\text{ng/L}$ ).

Se obtendrán dos réplicas en cada estación seleccionada para los análisis de calidad del agua superficial.

### **Monitoreo de variables físicas y químicas en el sedimento**

Las variables físicas y químicas a monitorear en los sedimentos del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios, son:

- Textura y contenido de materia orgánica y carbono orgánico total (debe analizarse textura, ya que la concentración de materia orgánica en el sedimento está estrechamente ligada a la representación porcentual en el sedimento de partículas de grava (mayores de 2000 micrones), arena (partículas comprendidas entre 63 y 2000 micrones) y fango (partículas inferiores a 63 micrones) (la representación porcentual de esos componentes, es lo que se denomina textura).
- Potencial óxido - reducción o redox.

- Concentración de metales pesados (hierro, aluminio, manganeso, cobre, cadmio, plomo, zinc, mercurio y arsénico) medida con ICP - ms (“InductiveCoupling Plasma” con detector de masas).
- Concentración de compuestos orgánicos persistentes incluyendo ácidos grasos, ácidos resínicos, Compuestos Órgano-Halogenados Adsorbibles (AOX) y Compuestos órgano-Halogenados Extraíbles (EOX).
- Medición de dioxinas y furanos (17 congéneres incluidos en el Convenio de Estocolmo de 1972). Los resultados del programa de Diagnóstico permitirán evaluar una eventual selección de las dioxinas y / o furanos a ser monitoreados en el tiempo.

Las metodologías de obtención de las muestras y análisis de laboratorio son:

- Obtención de las muestras: mediante dragas o toma - testigos de sedimento.
- Textura y granulometría: textura mediante metodología de tamizado en húmedo (Anderson *et al.* 1981) y granulometría de la arena mediante de velocidad de decantación de las partículas (Emery, 1938) y método de momentos (Seward-Thompson & Hails, 1973) (Unidades: % para análisis texturales y micrones para granulometría).
- Materia orgánica: calcinación y gravimetría (Unidad: % de materia orgánica por clase textural).
- Carbono orgánico total: combustión catalítica (Unidad: % C).
- Potencial redox: uso de sonda con electrodo para medición de potencial óxido – reducción.).
- Metales pesados: mediante espectroscopia de emisión óptica de plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) (Unidad: ug/g). El mercurio se analizará por espectrometría de absorción atómica de vapor frío (Unidad: ug/g).
- Ácidos grasos: cromatografía gaseosa con detección de masa (Unidad: ug/g).
- Ácidos resínicos: .cromatografía gaseosa con detección de masa (Unidad: ug/g).

- Compuestos Órgano-Halogenados Adsorbibles (AOX): titulación microcoulombimétrica con adsorción en carbono activado (Unidad: mg/kg).
- Compuestos Órgano-Halogenados Extraíble (EOX): titulación microcoulombimétrica con extracción en hexano . (Unidad: mg/kg).
- Dioxinas y furanos: Cromatografía gaseosa de alta resolución con detección de masa de alta resolución (HRGC/HRMS) y preparación automática de muestras (FMS) utilizando Extracción Presurizada Líquida (PLE) (Unidad: ng/g).

Se obtendrán dos réplicas en cada estación seleccionada para los análisis de calidad de sedimentos.

### **Monitoreo de variables biológicas en el medio acuático**

Las variables biológicas a monitorear y metodologías de análisis son:

- **Riqueza de especies y cobertura de macrófitas acuáticas**

Cuantificaciones de riqueza de especies y mediciones de cobertura *in situ* de las macrófitas acuáticas presentes en los sitios de muestreo señalados en Figura 3. Mediciones de cobertura en fotografías obtenidas con sistemas UAV (“UnmannedAerialVehicles”) en los mismos sitios.

- **Cobertura de macrófitas y calidad de agua**

Análisis de imágenes captadas por las misiones satelitales Landsat, a una resolución de 30 m. Análisis a realizar una vez al año para comparar con análisis a realizar como parte del Programa de Diagnóstico.

- **Riqueza de especies y abundancia de la macrofauna de fondos sedimentarios**

Uso de toma testigos y obtención de muestras en los sectores señalados en Figura 2. Cálculos del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Brower & Zar, 1977) y análisis de escalamiento multidimensional no métrico (EMDMM) para evaluar

eventuales asociaciones faunísticas entre estaciones de muestreo (uso de paquete estadístico PRIMER, Carr 1997). Se obtendrán cinco réplicas por estación de muestreo.

- **Riqueza de especies y abundancia de la macrofauna de fondos ritrales o pedregosos**

Uso de redes surber y obtención de muestras en los sectores señalados en Figura 4. Cálculos de Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Brower & Zar, 1977) y análisis de escalamiento multidimensional no métrico (EMDNM) para evaluar eventuales asociaciones faunísticas entre estaciones de muestreo (uso de paquete estadístico PRIMER, Carr 1997). Se obtendrán cinco réplicas por estación de muestreo.

- **Abundancias poblacionales de camarones**

Uso de pesca eléctrica y obtención de muestras en los sectores que se indican en Figura 2. Conteos y mediciones de tamaños corporales. Se obtendrán cinco réplicas por estación de muestreo.

- **Riqueza de especies y abundancias poblacionales de la ictiofauna**

Uso de pesca eléctrica, redes y obtención de muestras en los sectores que se indican en la Figura 2. Conteos, mediciones de tamaños y pesos corporales, determinaciones de relaciones longitud – peso, índice gonádico, cálculos de Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Brower & Zar, 1977) y análisis de escalamiento multidimensional no métrico (EMDNM) para evaluar eventuales asociaciones faunísticas entre estaciones de muestreo (uso de paquete estadístico PRIMER, Carr 1997). Se obtendrán tres réplicas por estación de muestreo. Se trabajará con aquellas especies de peces identificadas como las más comunes o abundantes en el Programa de Diagnóstico.



- **Estado sanitario de la ictiofauna**

Uso de pesca eléctrica y redes y obtención de peces en los sectores que se indican en Figura 5. Mediciones de concentración de metales pesados (hierro, aluminio, manganeso, cobre, cadmio, plomo, zinc, mercurio y arsénico) y compuestos orgánicos persistentes incluyendo ácidos grasos, ácidos resínicos, AOX y dioxinas y furanos en tejidos hepáticos y musculares de peces. Identificación de eventuales enfermedades infecto-contagiosas (de origen bacteriano, viral, parasitario o micótico), así como tóxicas y carenciales y de la presencia de agentes patógenos y/o potencialmente patógenos en peces en Laboratorio de Biotecnología y Patología Acuática de la UACH (Laboratorio Nacional de Referencia por Res. Ex. N° 1448 de SERNAPESCA, desde julio de 2011). Evaluación del estado inmunitario de la ictiofauna mediante la determinación de parámetros de respuesta inmune en el mismo laboratorio anteriormente mencionado. Análisis histo-patológicos de tejidos de peces (cerebro, hígado, riñón, páncreas, corazón, branquias, estómago, ciegos pilóricos, gónadas y epidermis) en Instituto de Patología Animal de la UACH. Se trabajará con aquellas especies de peces identificadas como las más comunes o abundantes en el Programa de Diagnóstico.

- **Riqueza de especies y abundancias poblacionales de ranas y reptiles**

Realización de prospecciones diurnas y nocturnas (10 - 18 pm y 20 - 22 pm, respectivamente) para ranas y solo diurnas para reptiles (la tortuga exótica *Trachemys scripta elegans*) durante primavera y en sectores a determinar según resultados del Programa de Diagnóstico.

- **Riqueza de especies y abundancias poblacionales de la avifauna**

Análisis de los censos mensuales de la avifauna presente en el humedal del río Cruces y sus ríos tributarios (fuente: CONAF). Análisis a realizar por sectores y de acuerdo a características de calidad de agua y abundancia de macrófitas acuáticas. Realización de censos estacionales y en diferentes horarios de aves acuáticas *sensu lato*, aves palustres y aves forestales asociadas al humedal en sectores a

determinar según resultados del Programa de Diagnóstico. Determinación de densidades específicas y éxito reproductivo (*e.g.*, tamaño de nidada, número de pollos en edad de volar). Se realizarán recorridos a pie (itinerarios de intercepción), capturas sistematizadas con redes de niebla (esfuerzo constante) y transectos con estaciones de censo y escucha.

• **Abundancias poblacionales de los mamíferos acuáticos**

Realización de avistamientos, censos, capturas, registros vía trampas cámaras trampa e identificación de señales indirectas de presencia de coipos, huillines y visones en períodos y sitios a determinar según resultados del Programa de Diagnóstico.

**Monitoreo basado en el conocimiento ecológico local**

Como se señalara, los actores locales aportarán sus conocimientos para fines del monitoreo sobre el estado, funcionamiento y amenazas del humedal (sistemas de variables). Para ello se efectuarán entrevistas en profundidad a informantes claves de las comunidades del humedal y áreas de los ríos tributarios, y “focus groups” entre algunos de ellos(as) sobre temas relevantes o sobre los que surjan percepciones antagónicas, con un primer levantamiento de información en el primer semestre de ejecución del monitoreo.

Los sistemas de variables están referidos a acciones antrópicas relativas a calidad del agua, flora y fauna acuática, uso del suelo, actividades productivas y sus efluentes, proyectos inmobiliarios y servicios ecosistémicos, entre otras. Se considerarán especialmente aquellas que surjan de los riesgos y amenazas identificadas en el Programa de Diagnóstico y en las acciones de interfaz entre: i) actores locales informantes, ii) técnicos de instituciones del estado (CONAF, MMA, SAG, SRS, DGA) y iii) científicos.

Esta información (indicadores) será sistematizada y analizada en base al funcionamiento de "plataformas multiactores" (Warner *et al.*, 2002). Del mismo modo, los

aportes del conocimiento local en el monitoreo de las variables físico químicas del agua y sedimentos y en el de las variables biológicas, se analizarán en la “plataforma de multiactores”. La periodicidad de los análisis de los sistemas de variables y el conocimiento ecológico local relativos a fenómenos sociales y económicos productivos, se definirá de acuerdo a los resultados obtenidos para distintos indicadores, su estabilidad percibida y su relevancia para la conservación del humedal.

En relación a otro aspecto que involucra a actores locales, se incluirá a éstos en actividades específicas del monitoreo en las que - con entrenamiento previo - actuarán como observadores ambientales del humedal. Ello permitirá aumentar de manera considerable la frecuencia espacial y temporal en la obtención de los datos ambientales del humedal, actividades que podrían ser llevadas a cabo en varios sitios o puntos de observación y con frecuencias mayores a las planificadas por la parte científica, integrando además a los actores locales en la generación de conocimiento desde lo que en otros países se conoce como "ciencia ciudadana". Un punto clave en este aspecto será la labor de coordinar estos esfuerzos de manera eficaz y proveer un mecanismo de entrega y procesamiento de información que permita asegurar la calidad, validez e integridad de la información generada. Es importante señalar que los estándares de curatoría de la información deben ser cautelados con igual rigurosidad que para el resto del programa de monitoreo. Entre algunas de las variables físicas y biológicas que podrían ser monitoreadas por estos actores locales y observadores del humedal están:

- Color del agua.
- Presencia de lucheillo y otras macrófitas acuáticas.
- Presencia y abundancia de ranas y reptiles.
- Presencia y abundancia de cisnes, taguas y garzas.
- Indicadores de reproducción de cisnes, taguas y garzas.
- Presencia y abundancias relativas de coipos y visones.

En general, los objetivos, resultados y acciones del monitoreo que se han descrito en este capítulo sobre aspectos metodológicos, se articulan con actores e instituciones del medio social como se describe en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Objetivos, alcances y acciones de vinculación con el medio social a realizar en el Programa de Monitoreo del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

<b>VINCULACIONES CON EL MEDIO SOCIAL</b>			
<b>OBJETIVOS</b>	<b>ALCANCES</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>ARTICULACIONES</b>
Valorar y fortalecer el conocimiento ecológico local.	Comunidades y actores locales del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.	Plataforma de multi actores	Actores locales junto a científicos, instituciones públicas, privadas y políticas
		Involucramiento en el diseño y desarrollo de diagnóstico y monitoreo.	Instituciones científicas universitarias, técnicas y públicas.
		Participación en levantamiento de información	Científicos y técnicos.
		Información sobre estado del humedal.	Científicos y técnicos, dirigentes locales.
Proporcionar información sistematizada sobre el humedal para su gestión.	Instancias vinculadas a la gestión del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.	Informes periódicos según programas y eventualidades.	CONAF, SAG, MMA, DGA, Centro de Investigación de Humedales.
Aportar a investigación científica sobre humedales.	Comunidad científica nacional e internacional.	Selección y divulgación de resultados relevantes.	Centros de investigación.
Contribuir a programas de educación ambiental.	Institucionalidad respectiva.	Distribución de información pertinente.	Centro de Investigación de Humedales CONAF.

### **Monitoreo de cambios de uso del suelo**

La metodología propuesta se basa en un muestreo sistemático a partir de puntos fotográficos-históricos. En ese contexto, todo el proceso de análisis se ejecutará con tecnología satelital, métodos de muestreo multifásicos y sistemas de información geográfica. La magnitud y la dirección de los cambios en las coberturas se evaluarán sobre la base de matrices de comparación. Se incorporará la información relativa a infraestructura y construcciones (industriales, de equipamiento, urbanizaciones), tanto de las que están afectas al art. N° 55 de la L.G.U.C. (DFL 458/1975), como de aquellas que no lo están.

Durante la realización del programa de monitoreo de los cambios en el uso del suelo se tendrá en consideración todo lo señalado en los Instrumentos de Planificación Territorial que corresponda, como el Plan Intercomunal del Borde Costero, Plan Regulador Comunal, u otros. Se considera la evaluación bi-anual de las zonas involucradas en el área de estudio; *e.g.* a fines del verano o fines del período de cosecha agrícola y forestal y durante la primavera o inicio de actividades silvo-agropecuarias productivas. Este proceso se realizará con las imágenes satelitales o fotografías más apropiadas para definir eventuales patrones de cambio; la escala espacial de trabajo será 1: 5000. El uso del software FRAGSTATS se considerará para la determinación de métricas de paisaje asociado a las zonas de los ríos tributarios. Lo importante es programar y definir bases de datos que puedan integrar y correlacionar indicadores asociados a la modificación de la calidad del agua, los cuales serán definidos por el equipo especialista de monitoreo.

### **Monitoreo de Riesgo Ecológico**

Tal como explicado en Propuesta de Diagnóstico (*i.e.*, contraste de resultados que se originen en los estudios de calidad del agua de este programa de monitoreo, con los valores referenciales señalados en estudios de Riesgo Ecológico, realizados recientemente en el humedal del río Cruces (Encina *et al.*, 2009, 2010, 2011)) y realización de juicio experto. Los resultados del Programa de Diagnóstico permitirán re-evaluar estos procedimientos y eventualmente planificar estudios más detallados.

## V. INFORMACIÓN A CONSULTAR DURANTE EL PROGRAMA DE MONITOREO

La información que se obtenga durante el Programa de Monitoreo será periódicamente comparada con la contenida en otros estudios, tales como:

- Programa de Diagnóstico Ambiental del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios (PDA 14 - 15) (Convenio ARAUCO & UACH) (**datos a obtener durante el año 2014 y parte del 2015**).
- Diagnóstico ambiental del humedal del río Cruces basado en la comparación de condiciones ambientales actuales e históricas: bases para su monitoreo y sustentabilidad (PDA 12 - 139) (Convenio MMA & SEA & UACH) (**datos obtenidos durante el año 2012 y parte del 2013**).

***NOTA: la ligazón entre el programa de monitoreo y el diagnóstico PDA 14 – 15 es relevante para una eventual re-orientación del presente programa.***

- Recopilación y análisis de información en apoyo para la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia (Estudio CONAMA & UACH) (**datos obtenidos durante los años 2006 y 2008**).
- Plan de vigilancia ambiental del humedal del río Cruces (CEA) (**datos recolectados durante los años 2006, 2007 y 2008**).
- Medición de dioxinas y furanos, Celulosa Valdivia. (SGS Chile Ltda. Santiago, Abril 2008).
- Monitoreo sanitario de la ictiofauna del humedal río Cruces (Centro Regional de Estudios Ambientales, U. Católica de la Santísima Concepción) (**datos recolectados durante mayo y junio 2008**).
- Prospección del Huillín (*Lontra provocax*) en la zona media del río Cruces, provincia de Valdivia. (Corporación Terra Australis) (**datos recolectados entre enero y junio 2006**).

- Monitoreo del Huillin (*Lontra provocax*) y su hábitat en la zona de influencia de la Planta Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución Región de Los Ríos. (Jorge Oporto Barría, Febrero, 2009) (**datos recolectados entre marzo de 2008 y febrero de 2009**).
- Aproximación ecotoxicológica y evaluación de riesgo ecológico teórico en apoyo a la elaboración del anteproyecto de N.S.C.A. para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos. (U. Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Cs. Ambientales, Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental, Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos, Diciembre 2009).
- Evaluación de riesgo ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos. (U. Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Cs. Ambientales, Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental, Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos Septiembre, 2010).
- Evaluación de riesgo ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos. (U. Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Cs. Ambientales, Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental, Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos Diciembre, 2010).
- Evaluación de riesgo ecológico (Crónico) para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos. (U. Católica de Temuco Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Cs. Ambientales, Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental, Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos).

- Monitoreos ambientales periódicos que ARAUCO realiza en la porción limnética del río Cruces y superior del humedal (sector Fuerte San Luis) (**datos obtenidos a partir del año 2003**).

## **VI. SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL**

Al igual que en todos los esfuerzos de estudios y monitoreo de largo plazo, se requiere considerar un adecuado almacenamiento, síntesis e integración de las bases de datos ambientales, lo que es en la práctica un objetivo en sí mismo. El programa de monitoreo contará con un exhaustivo proceso de curatoria con el fin de clasificar, destacar e ir representando los datos que sean relevantes para diferentes líneas de acción. De este modo, se generará información que pueda ser consultada por los diferentes actores sociales interesados en la conservación del ecosistema del humedal. Este proceso sintetizará el conocimiento sobre un determinado componente del humedal en sus propiedades principales y potenciará el desarrollo de estrategias de análisis y modelación integrativa y trans-disciplinaria. Esta información quedará disponible como un repositorio en un portal WEB, tanto en formato Excel como en sistema de información geográfica SIG, insumo directo para el Centro de Investigación de Humedales.

## **VII. CAPACITACION**

Se considera la realización de dos talleres anuales entre los ejecutores del monitoreo y otros actores representando a las comunidades aledañas al humedal (e.g., Tralcao, Quitalqui, Punucapa), la ciudadanía Valdiviana, establecimientos educacionales certificados ambientalmente, entidades públicas (CONAF, SAG, DGA, DIRECTEMAR, Ministerio del Medio Ambiente, SERNAPESCA, Municipalidades de Valdivia y San José de la Mariquina) y privadas, además de ONG. En estos talleres se revisarán de modo constante los métodos de muestreo y los resultados de las diferentes líneas de acción llevadas a cabo en el monitoreo, mejorándolas e identificando temáticas



parcialmente consideradas que puedan tomar preponderancia bajo las condiciones cambiantes de los sistemas naturales. De esta forma, el monitoreo tendrá un componente importante de retroalimentación adaptativa, lo que le permitirá asegurar la pertinencia y relevancia de la información recolectada.

#### **VIII. DIFUSION DE LA INFORMACION**

Independiente que este tipo de actividades sea uno de los objetivos del Centro de Investigación de Humedales, se difundirán periódicamente los resultados del monitoreo; esto se realizará a través de un portal electrónico y por medio de cápsulas audiovisuales dirigidas a diferentes usuarios.

#### **IX. CARTA GANTT DE ACTIVIDADES**

La Tabla 4 muestra los componentes y actividades a realizar durante el monitoreo. Como se observa en la misma, el monitoreo debiera empezar en enero del año 2015 a fin de dar continuidad a la data a recolectar y analizar durante el Programa de Diagnóstico del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios.

**Tabla 4.** Carta GANTT de los componentes y actividades del Programa de Monitoreo del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. E15 = corresponde a enero del año 2015, mes sugerido para el inicio del monitoreo.

COMPONENTES Y ACTIVIDADES	E 15	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Recolección, análisis e interpretación de datos periódicos de precipitaciones, caudal hídrico y mareas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto en el agua (monitoreo continuo).	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Carga de sólidos particulados y transparencia del agua.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calidad de agua y sedimentos.			X					X				
Macrófitas acuáticas.			X								X	
Fauna bentónica de fondos sedimentarios y ritrales.				X							X	
Camarones.				X							X	
Ictiofauna (estudios poblacionales y sanitarios).				X							X	
Avifauna (censos mensuales de CONAF).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avifauna UACH (censos estacionales UACH).	X			X			X			X		
Conocimiento ecológico local.	X	X	X	X	X				?			
Anfibios, reptiles & mamíferos acuáticos.												
Cambios de uso de suelo.			X						X			
Retroalimentación con Servicios Públicos y otros.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Talleres capacitación.					X					X		
Difusión de los resultados.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Entrega de Informes periódicos.				X				X				X

## X. CONTRAPARTE TECNICA

El Programa de Monitoreo contará con una contraparte técnica que se reunirá semestralmente con los investigadores del Programa, para conocer los resultados y avances del mismo, como asimismo para retroalimentarlo con información nueva e

inquietudes. Esta contraparte técnica debiera estar conformada por la SEREMI del Medio Ambiente y de Agricultura (CONAF, SAG, INIA).

## **XI. OTROS ASPECTOS**

Los resultados de las tres campañas para análisis de calidad de agua (períodos de menor caudal hídrico, inicio de las lluvias y mayor caudal hídrico) que se realicen como parte del Programa de Diagnóstico Ambiental, serán uno de los aspectos más relevantes para evaluar cambios al programa que se presenta en relación a este aspecto. Por lo tanto y luego de los análisis e interpretaciones que se realicen con los datos de esas campañas, se re - evaluará durante la primavera del presente año (octubre – noviembre 2014) el programa que aquí se presenta, a fin de comenzar con el programa definitivo durante enero del año 2015. Como expresado anteriormente, esto permitirá dar continuidad a los muestreos periódicos del humedal que se iniciaron durante abril del presente año.

Es importante señalar también que para el caso específico del monitoreo de cambio de uso de suelo, se han propuesto dos períodos de análisis o mediciones anuales; sin embargo, estos se calibrarán en función de los resultados del Programa de Diagnóstico.

## **XII. REFERENCIAS**

Anderson, F., L. Black, L. Mayer & L. Watling (1981). A temporal and spatial study of mudflat texture. *North Eastern Geology* 3: 184-196.

Blaikie, P., Brown, K., Stocking, M., Tang L., Dixod, P. & Paul Sillitoeb. (1997). Knowledge in Action: Local Knowledge as a Development Resource and Barriers to its Incorporation in Natural Resource Research and Developmente. *Agricultural System* 55 (2):217 -237.

Brower, J.E. and Zar, J.E. (1977).Field laboratory methods for general ecology. Wm. C.Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, USA: 192 pp.

Carr, M.R. (1997). Primer User Manual. Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, Plymouth PL1 3 DH, United Kingdom: 40 pp.

Emery, K.O. (1938). Rapid method of mechanical analysis of sand. *Journal of Sedimentary Petrology* 8:105-111.

Encina, F., *et. al.*, (2009). Aproximación Ecotoxicológica y Evaluación de Riesgo Ecológico teórico en apoyo a la elaboración del Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia.

Encina, F., *et. al.*, (2010). Evaluación de Riesgo Ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como Apoyo a la Elaboración del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del río Valdivia.

Encina, F., *et. al.*, (2011). Evaluación de Riesgo Ecológico (Crónico) para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia

Seward-Thompson, B. & J. Hails.(1973). An appraisal on the computation of statistical parameters in grain size analyses. *Sedimentology* 11: 83-98.

Warner, J., Waalewijn, P and Hilhorst, D. (2002). Public Participation for Disaster-Prone Watersheds: Time for Multi-Stakeholder Platforms? Water and Climate Dialogue Thematic Paper. Disaster Sites.No.6.Wageningen University, Wageningen.

### **XIII. EQUIPO DE INVESTIGADORES**

La siguiente es la asignación de investigadores a cada uno de los aspectos a monitorear en el humedal del río Cruces y sus ríos tributarios (Fig. 6).

#### **Universidad Austral de Chile**

##### ***Facultad de Ciencias***

Dr. Eduardo Jaramillo - Dirección general, macroinfauna de fondos sedimentarios y ritrales y fauna de camarones.

Dr. Mario Pino - calidad de sedimentos.

Dr. Adriano Rovira - cambios de uso de suelo.

Dr. Carlos Ramírez - macrófitas acuáticas.

Mg. Sc. Cristina San Martín - macrófitas acuáticas.

Dr. José Nuñez- fauna de anfibios y reptiles.  
Dr. Juan Navedo - avifauna.

***Facultad de Ciencias Veterinarias***

Dr. Ricardo Enríquez - estado sanitario de ictiofauna.  
Dr. Enrique Paredes - estado histopatológico de ictiofauna.  
Med. Vet. Angelo Espinoza- mamíferos acuáticos.

***Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales***

Dr. Víctor Sandoval - cambios de uso de suelo.

***Facultad de Filosofía y Humanidades***

Dr. Gustavo Blanco - conocimiento ecológico local.

**Universidad de Concepción**

***Facultad de Recursos Naturales y Oceanográficos***

Dr. Marco Salamanca- calidad del agua y sedimentos.

**Universidad Santo Tomás, sede Santiago**

***Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CIICC) y Facultad de Ciencias***

Dr. Fabio A. Labra - síntesis y representación la información de los componentes bióticos y abióticos del humedal  
Dr. Nelson Lagos - organización de la curatoria de datos del humedal.



**Figura 6.** Investigadores participantes en el Programa de Monitoreo y componentes del mismo a los cuales están asociados.

**ANEXO: LIMITES DE DETECCION Y CUANTIFICACION  
PARA PARÁMETROS QUÍMICOS A ANALIZAR**

LD = límite de detección, LC = límite de cuantificación.

#### AGUA

Análisis	Metodología	Unidad	LD	LC
Aluminio	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,02	0,20
Cadmio	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,004	0,04
Cobre	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Fierro	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,02	0,20
Manganeso	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Plomo	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Zinc	ICP-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,02	0,20
Arsénico	HGAAS	ug L <sup>-1</sup>	0,07	0,70
Mercurio	CVAAS	ug L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Oxígeno Disuelto	Winkler	mg L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
AOX	Microcolumbimetría	mg L <sup>-1</sup>	1,13	4,01
Ácidos Grasos	GC-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,005	0,05
Ácidos Resínicos	GC-MS	ug L <sup>-1</sup>	0,09	0,90
Sulfato	Cromatografía Iónica	mg L <sup>-1</sup>	0,24	2,4
Sulfato	Gravimetría	mg L <sup>-1</sup>	10	100
Cloruro	Cromatografía Iónica	mg L <sup>-1</sup>	0,0001	0,001
Cloruro	Volumetría	mg L <sup>-1</sup>	5	50
TOC	Combustión Catalítica	mg L <sup>-1</sup>	0,01	0,10
DBO5	Std. Meth. 18th Ed.1992. 5210-B.	mg L <sup>-1</sup>	0,5	5
DQO	Std Meth. 18th Ed. 1992. 5220	mg L <sup>-1</sup>	1	10
Dioxinas	HRGC-HRMS	ng L <sup>-1</sup>	0,0001	0,001
Furanos	HRGC-HRMS	ng L <sup>-1</sup>	0,0001	0,001



**SEDIMENTOS**

<b>Análisis</b>	<b>Metodología</b>	<b>Unidad</b>	<b>LD</b>	<b>LC</b>
Aluminio	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Aluminio *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,1	0,5
Cadmio	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Cadmio *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,001	0,003
Cobre	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Cobre *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,05
Fierro	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,02	0,20
Fierro *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,02	0,08
Manganeso	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Manganeso	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,2	2,00
Plomo	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Plomo *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,04
Zinc	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Zinc *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,02
Arsénico *	HGAAS	ug kg <sup>-1</sup>	0,06	0,23
Mercurio	CVAAS	ug kg <sup>-1</sup>	0,05	0,19
EOX	Microcolumbimetría	ug g <sup>-1</sup>	0,07	0,70
AOX	Microcolumbimetría	ug g <sup>-1</sup>	1,11	3,93
Ácidos Grasos	GC-MS	ug kg <sup>-1</sup>	0,5	5,0
Ácidos Resínicos	GC-MS	ug kg <sup>-1</sup>	2	20
TOC	Análisis Elemental	%	0,01	0,10
Dioxinas	HRGC-HRMS	ng g <sup>-1</sup>	0,0001	0,001
Furanos	HRGC-HRMS	ng g <sup>-1</sup>	0,0001	0,001

**TEJIDO BIOLÓGICO (peces)**

Análisis	Metodología	Unidad	LD	LC
Aluminio	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Aluminio	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,3	3,00
Cadmio	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Cadmio *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,001	0,003
Cobre	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Cobre *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,035
Fierro	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,02	0,20
Fierro *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,03	0,1
Manganeso	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Manganeso *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,04
Plomo	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Zinc	ICP-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,10
Zinc *	FAAS	ug g <sup>-1</sup>	0,01	0,03
Arsénico *	HGAAS	ug kg <sup>-1</sup>	0,06	0,23
Mercurio	CVAAS	ug kg <sup>-1</sup>	0,05	0,19
EOX	Microcolumbimetría	ug g <sup>-1</sup>	0,07	0,70
AOX	Microcolumbimetría	ug g <sup>-1</sup>	1,11	3,93
Ácidos Grasos	GC-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,001	0,01
Ácidos Resínicos	GC-MS	ug g <sup>-1</sup>	0,002	0,02
Dioxinas	HRGC-HRMS	ng g <sup>-1</sup>	0,0001	0,001
Furanos	HRGC-HRMS	ng g <sup>-1</sup>	0,0001	0,001

 Parámetro Acreditado por el INN

Límite de Detección indicado no considera interferencia de matriz y dilución de la muestra.

\*

