

11. El artículo 6° del Anteproyecto no condice con la naturaleza propia de una Norma de Calidad.

En efecto, la herramienta establecida en dicha disposición corresponde a una propia de la revisión que deberá realizar la autoridad cada cinco años, según lo dispone la Ley de Bases del Medio Ambiente, pero no parece ser propio de una Norma Secundaria, según su propia definición legal.

**Arauco**Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

Análisis y Propuesta de Valores a los Parámetros del Anteproyecto de Norma de Calidad Secundaria del río Cruces

1. Introducción

El presente documento analiza desde un punto de vista técnico ambiental los límites de los 13 parámetros incorporados en el Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental del río Cruces.

Adicionalmente, el documento propone valores alternativos en base a la información disponible, considerando no sólo el actual Anteproyecto, sino también la futura Norma Secundaria de Calidad Ambiental de la cuenca del río Valdivia.

2. Metodología

El presente documento compila y sintetiza la siguiente información revisada:

- Expediente Norma Ambiental de Calidad Secundaria para la protección del río Cruces;
- Expediente de la "Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas";
- Monitoreo del Proyecto Valdivia (1995 – 2003) y de Planta Valdivia (2004-2006);
- Monitoreos discretos DGA (1987 – 2004);
- Monitoreos continuos DGA (2002 – 2005);
- Anteproyectos de normas de ríos Loa, Aconcagua, Cachapoal, Bío-Bío, Cruces y Aysén
- Guía CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas continentales y marinas;
- *Current National Recommended Water Quality Criteria*, Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.;
- *Canadian environmental quality guidelines*, Ministry of Environment, Canada;



3. Análisis de los parámetros

3.1 Conductividad eléctrica

Importancia ambiental

El parámetro conductividad eléctrica de una muestra de agua es la expresión de su capacidad para transportar una corriente eléctrica (Expediente, folio 184), la que depende fundamentalmente de la presencia de iones en el agua.

Este parámetro no es incluido normalmente en las normas secundarias de calidad ambiental, por cuanto su impacto sobre el medio ambiente es mínimo. A modo de ejemplo, es posible señalar que el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) no señala ninguna característica o mecanismo por el cual la conductividad eléctrica pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro no se incluye en los parámetros incluidos en los criterios nacionales de calidad de agua recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)¹, ni tampoco está normado para calidad de agua en Canadá².

Por otro lado, la Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°2, el valor máximo 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para aguas de riego, valor por debajo del cual "generalmente no se observarán efectos perjudiciales".

Por lo tanto, es posible concluir que este parámetro no es prioritario para la protección y la conservación del medio ambiente, o para la preservación de la naturaleza, en valores inferiores a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En todo caso, si se estima necesario incluir este parámetro dentro del proyecto definitivo, se deben agregar al expediente estudios acerca de la influencia de las mareas en la calidad de aguas del río, especialmente respecto del parámetro Conductividad. De acuerdo al informe enviado por el profesor Mario Pino, que rola a fojas 360 del expediente, la influencia marina es detectable de forma importante aún 4 kilómetros aguas arriba de San Luis, en un lugar cercano a Cahuincura, donde se mediría la calidad del agua de acuerdo al anteproyecto de norma.

¹ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>

² Ver <http://www.cc.gc.ca/CEQG-RCOE/English/Ceeg/Water/default.cfm>



Valores del parámetro en el río Cruces

Los valores de conductividad eléctrica en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentran entre 20,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 206 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

De acuerdo a los datos de monitoreo continuo de la DGA, la conductividad en el río Cruces, en el período 10/10/2002 al 24/4/2005, tuvo un máximo de 209,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cabe mencionar que el percentil 66 de los datos disponibles de 2005 fue de 186 $\mu\text{S}/\text{cm}$, significativamente mayor a los 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecidos en el Anteproyecto para este parámetro. El valor actual de calidad implica que un valor inferior a 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el valor de la norma para la conductividad eléctrica tendría como consecuencia que la norma de calidad secundaria naciera bajo latencia, lo que obligaría la implementación de un plan de prevención por este parámetro, cuyo efecto en materia ambiental no se observa científicamente justificado en el Anteproyecto.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", uno de cuyos objetivos es "servir de base técnica para la elaboración y homogeneización de las normas secundarias de calidad de aguas del país" (Guía CONAMA..., página 1), establece los siguientes valores para el parámetro conductividad eléctrica en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	<600	750	1.500	2.250

En necesario recordar que la Guía CONAMA no incluye valores discrecionales, sino que se basa en estudios científicos y normas internacionales acerca de la calidad de las aguas.



Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de Excepción³ establece un valor para la conductividad eléctrica de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado.

Establecer un valor más exigente que el indicado en la Guía debe ser debidamente justificado por estudios científicos, los que no aparecen incluidos en el expediente.

Adicionalmente, los valores actuales de conductividad en el río Cruces están por sobre el valor 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles, ni menos justificados en el expediente del expediente para la dictación de la norma en cuestión.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro conductividad eléctrica, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un valor de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esto es, de acuerdo a la Guía CONAMA, de buena calidad, y cuya exigencia más alta no aparece justificada en el expediente.

³ Agua "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República", según definición en "Guía CONAMA..."



Arauco

Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

002088

~~000541~~

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Importancia ambiental

La demanda química de oxígeno (DQO) es una medida del oxígeno que una muestra de agua consumirá una vez descargada en el medio receptor, y es comúnmente utilizada como indicador de los contaminantes presentes en aguas residuales o en aguas naturales⁴.

La DQO es una medida agregada de todos los compuestos presentes en la muestra que son capaces de consumir oxígeno, por lo que su valor no es comparable a otras muestras con distinta composición química. Esta situación resulta, además, en que no existan valores de referencia de ecotoxicidad para este parámetro.

El parámetro DQO no se explica en el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces", pues fue incorporado tardíamente al Anteproyecto, en reemplazo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Por lo mismo, no aparece justificada, como lo exige nuestra legislación, por estudios suficientes y concluyentes que hagan necesaria su incorporación en los términos indicados en el Anteproyecto.

Valores del parámetro en el río Cruces

La DQO, en el período 1995 - 2006, se encuentran entre 1 mg/L y <40 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la DQO habría variado entre 2 mg/l y 55 mg/l en el período septiembre 1996 y noviembre de 2004 (descartando un valor outlier de 165 mg/L de noviembre de 2000).

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", no incluye el parámetro DQO.

⁴ Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, Sección 5220



Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

902089

~~006542~~

Conclusiones y recomendaciones

En vista de lo anterior, se recomienda mantener el criterio de normar según la máxima concentración registrada, la cual corresponde a 55 mg/l. La diferencia con respecto al valor del Anteproyecto nace de la eliminación de dos supuestos *outliers* (42 mg/l y 55 mg/l), los cuales estadísticamente no son tales, por lo que no deberían haberse eliminado de la serie.



Oxígeno Disuelto

Importancia ambiental

El oxígeno disuelto es absolutamente esencial para la supervivencia de todos los organismos acuáticos (no sólo peces, también invertebrados, zooplancton, etc). Además, el oxígeno afecta a un vasto número de indicadores, no sólo bioquímicos, también estéticos como el color, claridad del agua y sabor. Se considera que la concentración bajo la cual los organismos comienzan a estar bajo presión es 5 mg/l ("Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces", folio 185).

Por otro lado, la Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°3, el valor mínimo de 5 mg/L de oxígeno disuelto para las aguas destinadas a vida acuática (aguas dulces).

A modo de referencia, es posible señalar que la norma secundaria canadiense para este parámetro fija un rango entre 5,5 mg/L y 9,5 mg/L.

El oxígeno disuelto es un parámetro estacional, como consecuencia de la disminución en la solubilidad de los gases en el agua a mayores temperaturas. Esta consecuencia física de la temperatura se traduce en concentraciones de oxígeno disuelto menores en verano que en invierno.

Valores del parámetro en el río Cruces

Las concentraciones de oxígeno disuelto, en el período 1995 - 2006, varían entre 5,9 mg/L y 11,8 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia. Las menores concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran en los meses de verano (diciembre a marzo), aumentando el resto del año.

Según los datos de monitoreo continuo de la DGA, la concentración de oxígeno disuelto ha variado entre 5,3 mg/L y 13,8 mg/L en el período 10/10/2002 al 24/4/2005. Cabe mencionar que hay registros de períodos prolongados de tiempo con concentraciones completamente bajo 7,5 mg/l (más de 4 meses, del 14/11/2002 al 19/03/2003; más de 2 meses desde el 2/1/2004 al 4/1/2004).

De hecho, el percentil 33 de los valores continuos de la DGA es justamente 7,5 mg/L, lo cual implicaría la implementación de inmediato de un plan de descontaminación por este parámetro, sin haberse observado un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente asociado a una falta de oxígeno disuelto.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.



Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro oxígeno disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Oxígeno disuelto	mg/L	<7,5	7,5	5,5	5

Conclusiones y recomendaciones

Las características estacionales del oxígeno disuelto hacen recomendable establecer valores diferentes para verano (diciembre a marzo) y para invierno (abril a noviembre). Se proponen los siguientes valores:

- Norma de invierno: 7,5 mg/L
- Norma de verano: 5,5 mg/L

Ambos valores están por sobre el límite señalado como necesario para la protección de los organismos acuáticos (NCh 1333Of.78 y otras referencias revisadas).



pH

Importancia ambiental

El pH es un parámetro que se relaciona con la concentración de iones de hidrógeno, y su valor cercano a la neutralidad (7) es fundamental para la protección del medio ambiente

La Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°3, un rango de pH entre 6,0 y 9,0 para las aguas destinadas a vida acuática (aguas dulces).

Valores del parámetro en el río Cruces

Los valores de pH en el río Cruces varían entre 6,0 y 9,2 (datos combinados Arauco y DGA), y tienen una ligera tendencia estacional.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro pH en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5

Conclusiones y recomendaciones

El rango establecido en el Anteproyecto (6,0 – 8,0) se considera adecuado a las características del río Cruces.



RAS

Importancia ambiental

La Razón de Absorción de Sodio (RAS) es una relación utilizada para expresar la actividad relativa de los iones sodio en las reacciones de intercambio con el suelo, la cual es útil para determinar el riesgo que el sodio presente en aguas usadas para riego disperse las partículas del suelo, y que por esa vía genere problemas de infiltración del agua en el suelo.

A modo de ejemplo, es posible señalar que este parámetro no está normado en Estados Unidos, incluyendo cuerpos receptores de agua dulce y agua salada, y la salud humana; ni tampoco está normado en Canadá para calidad de agua, incluyendo los usos Comunidad, Recreacional y estética, Vida acuática y Agricultura (riego y bebida de animales).

Cabe mencionar que este parámetro no se incluye en las normas secundarias de Canadá y de EE.UU., por lo que su inclusión en esta norma deberá justificarse adecuadamente con los antecedentes técnicos necesarios.

Valores del parámetro en el río Cruces

De acuerdo a los datos de monitoreo discreto de la DGA, en el período 1987 – 2005, la RAS varía en un rango entre 0,3 y 3,1. Cabe mencionar que en el documento “Criterios y Consideraciones para la elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del río Cruces” no se consideraron datos de la DGA posteriores a 2003, los cuales se indican a continuación:

Fecha	RAS
05/04/2006	3,07
26/07/2005	0,42
09/11/2005	1,29

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por “Guía CONAMA”

La “Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”, establece los siguientes valores para el parámetro RAS en aguas superficiales:



Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

002094

000547

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
RAS	mg/L	<2,4	3	6	9

Conclusiones y recomendaciones

En circunstancias que las aguas del río Cruces no son utilizadas de manera intensiva para el riego, este parámetro de la norma no se considera prioritario. En caso de que se estime su inclusión en el proyecto definitivo de norma, ello debe estar debidamente justificado con antecedentes científicos concluyentes.

Sin perjuicio de lo anterior, y en caso que la RAS sea finalmente incorporada a la norma de calidad secundaria del río Cruces (por cualquier otro tipo de consideraciones), se propone un valor 6, el cual corresponde a la vez a la Clase 2 (buena calidad) de la Guía CONAMA.



Cloruro

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el cloruro es el resultado de la reacción del cloro (que representa el 0,045% de la corteza terrestre) con material inorgánico presente en el agua. En el documento no señala ninguna característica o mecanismo por el cual pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza, ni menos en relación a la subcuenca que se pretende normar.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro sí se encuentra incluido entre aquellos que cuentan con un criterio nacional de calidad de agua recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)⁵. Para el caso del cloruro, el valor del CCC (criterio continuo de concentración, es decir, la máxima concentración a la que puede estar expuesta una comunidad acuática de manera indefinida sin presentar efectos no aceptables) para agua dulce es de 230 mg/l.

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de cloruro de 200 mg/L para las aguas destinadas a regadío. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Por otra parte, Canadá no incorpora el parámetro cloruros en su norma de calidad orientada a la preservación de la vida acuática, y sólo incorpora este parámetro para proteger la calidad del agua para fines de riego, para lo cual fija una concentración máxima de 100 mg/l.

Valores del parámetro en el río Cruces

La concentración de cloruro en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 1,9 mg/L y 18 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de cloruro en el río Cruces habría variado entre 0,2 mg/l y 18,1 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

⁵ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>



Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro cloruro en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cloruro	mg/L	<80	100	150	200

Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de excepción, la cual indica un agua "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República", establece un valor para la concentración de cloruro de 80 mg/L, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado. De hecho el valor 80 mg/L está muy por debajo del valor CCC de la EPA (230 mg/L), que asegura la protección y la conservación del medio ambiente, así como la preservación de la naturaleza.

Adicionalmente, las concentraciones actuales de sulfato en el río Cruces están significativamente por sobre el valor 10 mg/L del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles ni menos justificados por antecedentes técnicos dentro del expediente de la dictación de la norma.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro cloruro, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 10 mg/L a un valor de **100 mg/L**, que es el recomendado por la Guía CONAMA para aguas de muy buena calidad, en virtud de que no existe ningún antecedente técnico ni científico que haga aconsejable un parámetro más exigente.



Sulfato

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el sulfato se distribuye ampliamente en la naturaleza, y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van de pocos a miles de miligramos por litro. No existe un límite o rango de concentración óptimo de sulfatos para la mayor parte de la fauna acuática (...), sin embargo, para propósitos de consumo, se acepta una concentración máxima de 250 ppm.

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de sulfato de 250 mg/L para las aguas destinadas a riego. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro no se incluye en los parámetros establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)⁶, y que Canadá no incorpora el parámetro sulfato en su norma de calidad orientada a la preservación de la vida acuática, y sólo incorpora este parámetro para proteger la calidad del agua para fines de agua potable (máximo 500 mg/l por razones estéticas, no de salud) y para bebida de animales, para lo cual fija una concentración máxima de 1.000 mg/l.

Valores del parámetro en el río Cruces

La concentración de sulfato en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,5 mg/L y 33,9 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de sulfato en el río Cruces ha variado entre 0 mg/l y 39,6 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro sulfato en aguas superficiales:

⁶ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>



Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Sulfato	mg/L	<120	150	500	1000

Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de excepción, la cual indica un agua "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República", establece un valor para la concentración de cloruro de 120 mg/L, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado para dicha calidad. Aún más, la Clase 1 ya establece, de acuerdo a la Guía CONAMA, una muy buena calidad de agua. Normar por sobre ese estándar debe estar sostenido por antecedentes técnicos y científicos que no aparecen incluidos en el expediente.

Adicionalmente, las concentraciones actuales de cloruro en el río Cruces están por sobre el valor 10 mg/L del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles ni menos justificados.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro sulfato, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 10 mg/L a un valor de **150 mg/L**.

Cobre total

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el cobre es muy común en la naturaleza, y se extiende a través del ambiente a través de fenómenos naturales. La absorción de cobre es necesaria y, a niveles trazas, es esencial *para la salud de los humanos*. Altas concentraciones de cobre *en humanos también pueden causar problemas de salud*. Ambientalmente, el cobre en el suelo está fuertemente unido a la materia orgánica y minerales. Como resultado de lo anterior, este metal no se transporta muy lejos antes de ser liberado, y es difícil que entre al agua subterránea.

Valores del parámetro en el río Cruces

Las concentraciones de cobre en el río Cruces varían entre $<1 \mu\text{g/L}$ y $<50 \mu\text{g/L}$ (datos combinados Arauco y DGA).

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro cobre disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cobre (disuelto)	$\mu\text{g/L}$	$<7,2$	9	200	1.000

Conclusiones y recomendaciones

Los antecedentes incluidos en el expediente que justificarían la inclusión de este parámetro están relacionados a la salud de las personas, materia que es propia de otro tipo de normas (normas de calidad primarias). En caso de que se estime necesario su inclusión en el proyecto definitivo, ello debe ser sustentado por antecedentes propios de las normas secundarias.

En todo caso, el valor establecido en el Anteproyecto ($0,03 \text{ mg/L}$, o lo que es igual, $30 \mu\text{g/L}$) se considera adecuado a las características del río Cruces. No obstante, para el monitoreo de aguas



Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

002100

~~000559~~

superficiales se recomienda monitorear el parámetro “cobre disuelto”, de acuerdo a lo establecido en la “Guía CONAMA...” y a recomendaciones de la EPA (ver Anexo 2).



Cromo total

Importancia ambiental

El cromo puede estar presente en la naturaleza de distintas formas, siendo algunas de ellas tóxicas para el ser humano y otros organismos (como el Cr VI), mientras que para otras es un elemento esencial (como el Cr III).

Valores del parámetro en el río Cruces

Las concentraciones de cromo en el río Cruces varían entre 0,1 µg/L y 70 µg/L (datos combinados Arauco y DGA).

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro cromo total disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cromo total (disuelto)	µg/L	<8	10	100	100

Conclusiones y recomendaciones

El valor establecido en el Anteproyecto (0,07 mg/L, o lo que es igual, 70 µg/L) se considera adecuado a las características del río Cruces. No obstante, para el monitoreo de aguas superficiales se recomienda monitorear el parámetro "cromo total disuelto", de acuerdo a lo establecido en la "Guía CONAMA..." y a recomendaciones de la EPA (ver Anexo 2).



Hierro total

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%), y se encuentra en muchos minerales, aguas freáticas, en carne, productos integrales, papas y vegetales, y es una parte esencial de la hemoglobina. Concentraciones altas de hierro pueden provocar problemas de salud en las personas (conuntivitis, coriorretinitis y renitis).

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de hierro (fierro) de 5 mg/L para las aguas destinadas a regadío. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Valores del parámetro en el río Cruces

La cuenca del río Cruces es rica en hierro, lo que se traduce en una presencia permanente de este metal en las aguas superficiales de la cuenca.

La concentración de hierro soluble en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,02 mg/L y 2,53 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de hierro total en el río Cruces habría variado entre 0,02 mg/L y 3,9 mg/L en el período septiembre 1996 y abril de 2006 (luego de eliminar un valor 7,2, de marzo de 1987).

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro hierro disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Hierro (disuelto)	mg/L	<0,8	1	5	5



Arauco

Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

902103

~~906556~~

Conclusiones y recomendaciones

El valor establecido en el Anteproyecto (1 mg/L) ha sido superado en numerosas ocasiones, producto de las altas concentraciones naturales de hierro de la cuenca. Por ejemplo, algunos valores que ha superado 1 mg/L son: 3,9 mg/L el 22/6/88; 2,7 mg/L el 29/3/90; 2,5 mg/L el 19/7/91; y 1,2 mg/L el 18/11/2003, todos datos de la DGA). Por lo tanto, se propone fijar el valor de hierro en **2,5 mg/L**.

Además, la inclusión del parámetro debe basarse en aspectos relacionados con la flora y fauna, y no con la salud de la personas.



Manganeso

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el manganeso es un compuesto muy común, que puede ser encontrado en todas partes de la tierra. El manganeso es un elemento esencial tanto para la supervivencia de los humanos como para animales, aunque también es tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones.

Valores del parámetro en el río Cruces

La cuenca del río Cruces es rica en manganeso, lo que se traduce en una presencia permanente de este metal en las aguas superficiales de la cuenca.

La concentración de manganeso soluble en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,003 mg/L y 0,05 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de manganeso total en el río Cruces habría variado entre 0,01 mg/l y 0,085 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro manganeso disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Manganeso (disuelto)	mg/L	<0,04	0,05	0,2	0,2

Conclusiones y recomendaciones

El valor establecido en el Anteproyecto (0,9 mg/L) se considera adecuado a las características del río Cruces. No obstante, para el monitoreo de aguas superficiales se recomienda monitorear el parámetro "manganeso disuelto", de acuerdo a lo establecido en la "Guía CONAMA..." y a recomendaciones de la EPA (ver Anexo 2).

Aluminio total

Importancia ambiental

El aluminio es uno de los metales más ampliamente usados, y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas.

La Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de aluminio de 5 mg/L para las aguas destinadas a regadío. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Valores del parámetro en el río Cruces

La cuenca del río Cruces es rica en aluminio, lo que se traduce en una presencia permanente de este metal en las aguas superficiales de la cuenca.

La concentración de aluminio soluble en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,005 mg/L y 0,8 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de aluminio total en el río Cruces habría variado entre 0,01 mg/L y 1,5 mg/L en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro aluminio disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Aluminio (disuelto)	mg/L	<0,07	0,09	0,1	5



Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

002106 ~~606559~~

Conclusiones y recomendaciones

En vista de lo anterior, se recomienda mantener el criterio de normar según la máxima concentración registrada, la cual corresponde a 1,5 mg/L. La diferencia con respecto al valor del Anteproyecto surge porque para la determinación del valor de la norma se consideró la serie de datos de la DGA hasta septiembre de 2003, en circunstancias que en noviembre de 2003 la DGA registró una concentración de aluminio total de 1,5 mg/L. Adicionalmente, para el monitoreo de aguas superficiales se recomienda monitorear el parámetro "aluminio disuelto", de acuerdo a lo establecido en la "Guía CONAMA..." y a recomendaciones de la EPA (ver Anexo 2).

Arsénico

Importancia ambiental

El arsénico es un metal que está presente naturalmente en el suelo y en las aguas subterráneas. Este metal no es esencial para las plantas, pero es una sustancia traza esencial en numerosos animales. En altas concentraciones, el arsénico puede generar toxicidad tanto aguda como crónica (Standard Methods...).

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de aluminio de 0,1 mg/L para las aguas destinadas a riego. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Este parámetro no se explica en el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces", pues fue incorporado tardíamente al Anteproyecto.

Valores del parámetro en el río Cruces

La concentración de arsénico en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,0005 mg/L y < 0,050 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de arsénico en el río Cruces habría variado entre 0,001 mg/l y 0,005 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

El detalle de todos estos valores se presenta en el Anexo A.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro arsénico disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Arsénico (disuelto)	mg/L	<0,04	0,05	0,1	0,1



Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de excepción, la cual indica un agua “que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República”, establece un valor para la concentración de arsénico de 0,04 mg/L, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado para dicha calidad. Aún más, la Clase 1 ya establece, de acuerdo a la Guía CONAMA, una muy buena calidad de agua. Normar por sobre ese estándar debe estar sostenido por antecedentes técnicos y científicos que no aparecen incluidos en el expediente.

Cabe mencionar que la CONAMA X Región consideraba que no es necesario incluir el arsénico en la norma, por no haber información suficiente y por estar siempre bajo el valor 0,04 mg/L para clase de excepción (expediente, foja 306).

Asimismo, la Superintendencia de Servicios Sanitarios comparte la proposición de no incluir este parámetro en la norma (expediente, foja 318), al igual que la SEREMI de Agricultura (expediente, foja 330). La CONAMA IX Región, por su parte, propone fijar un límite de arsénico de 0,04 mg/L, equivalente a la clase de excepción (expediente, foja 326).

Adicionalmente, las concentraciones actuales de arsénico en el río Cruces están por sobre el valor 0,001 mg/L del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles ni menos justificados técnicamente.

Esta situación se agrava al fijar el valor en la concentración del límite de detección, pues será imposible verificar una concentración que cumpla la norma, y ésta nacerá saturada por definición.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro arsénico, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 0,001 mg/L a un valor de 0,05 mg/L.



Arauco

Celulosa Arauco y
Constitución S.A.
Planta Valdivia

002109

000002

Otros parámetros

En el expediente de la norma aparecen opiniones de diversas partes interesadas que consideran necesario incorporar otros parámetros a la norma (como AOX, ácidos resínicos, ácidos grasos, indicadores biológicos, etc). Al respecto, creemos necesario señalar lo siguiente:

- De acuerdo a lo establecido en la Ley 19.300, una norma secundaria es “aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza”. Por lo tanto, los monitoreos de parámetros biológicos escapan de lo establecido en este cuerpo normativo, por lo cual no son materia de una norma de este tipo tal como este está definido en la Ley 19.300.
- En caso que, en el marco de la consulta pública, aparecieran otros parámetros para ser incorporados al Proyecto Definitivo de la norma de calidad secundaria del río Cruces, éstos deberán contar con todos los antecedentes técnicos, científicos y económicos que justifiquen la conveniencia de su incorporación. Adicionalmente, y en el caso que el Proyecto Definitivo incorpore parámetros que no hayan formado parte de este período de consulta, debería realizarse una nueva consulta pública, con el objetivo de poder aportar a la discusión de esos nuevos parámetros y de esta manera validar la norma que será posteriormente sancionada por el Consejo Directivo de CONAMA.

Tabla Resumen

La siguiente tabla resume las propuestas contenidas en este documento:

	Parámetro	Valor Anteproyecto de norma	Valor propuesto	Fundamento
1	Conductividad	100	1500	Concentraciones históricas, emisiones autorizadas a Planta Valdivia y Guía CONAMA, Clase 2 (buena calidad)
2	DQO	35	55	Concentraciones históricas
3	Oxígeno disuelto	7,5	5,5 - 7,5	Concentraciones históricas, protección del medio ambiente
4	pH	6 - 8	-	-
5	RAS	0,7	6,0	Concentraciones históricas, emisiones autorizadas a Planta Valdivia y Guía CONAMA, Clase 2 (buena calidad)
6	Cloruro	10	100	Guía CONAMA, Clase 1 (muy buena calidad)
7	Sulfato	10	150	Guía CONAMA, Clase 1 (muy buena calidad)
8	Cobre total	0,03	-	-
9	Cromo total	0,07	-	-
10	Hierro total	1,0	2,5	Concentraciones históricas
11	Manganeso	0,09	-	-
12	Aluminio total	1,0	1,5	Concentraciones históricas
13	Arsénico	0,001	0,05	Concentraciones históricas, Guía CONAMA, Clase 1 (muy buena calidad)

INFORME TECNICO ESTADISTICO RESPECTO A:

**MINUTA CON CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA
ELABORACION DE LA "NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD
AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO
CRUCES"**

Y

**ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD
AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO
CRUCES**

**Preparado por:
V́ctor Estrada Ayendaño
Magister en Estadística**

AGOSTO 2006

INDICE

Tema	Página
1. MINUTA CON CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACION DE LA "NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES"	1
1.1 Marco Referencial Estadístico	3
1.2 Análisis de los Límites Propuestos	6
2. ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES	9
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12

1. MINUTA CON CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACION DE LA "NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES"

1.1. Marco Referencial Estadístico

En el documento materia de este capítulo del presente informe, se señala que la información que se utilizará para todos los fines relacionados con la Norma corresponde a aquellos datos tomados por la DGA entre los años 1987 y 2003 ambos inclusive.

Para precisar ideas respecto a la muestra utilizada para los fines ya señalados, la tabla que se muestra a continuación señala la cantidad de datos por año y los meses en que se tomaron dichos datos:

Años	Meses												Total
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
1987	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
1988	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
1989	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	5
1990	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4
1991	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
1992	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
1993	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
1994	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
1995	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1996	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4
1997	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4
1998	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4
1999	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	4
2000	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	5
2001	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	4
2002	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	4
2003	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	4
Total	2	0	9	7	0	9	5	0	12	3	5	7	59

Es preciso hacer presente que no todas las variables estudiadas poseen 59 datos muestrales, existiendo otras con tamaño de muestra 27.

Para todos los fines posteriores de aplicación de normas y técnicas de muestreo estadísticos, los indicadores estadísticos calculados a partir de los datos usados en la MINUTA motivo de este análisis deben ser considerados como "datos provenientes de una muestra piloto" la que a su vez no necesariamente obedece a un diseño de muestreo determinado como bien queda en evidencia en la variabilidad de la cantidad de datos por año.

La MINUTA propone un conjunto de especificaciones en términos de los percentiles 33 o 66 según sea el caso y también señala límites superiores de control definidos como "el máximo valor observado".

Antes de entrar al detalle de cada uno de los límites referenciales señalados, es importante precisar el criterio de aplicación de tales límites. En efecto, de acuerdo a los criterios establecidos generales establecidos en la NCh411/1.Of96 Parte 1, Capítulo 16, el criterio de control se orienta hacia la utilización de "promedios" como valores a contrastar con especificaciones predeterminadas.

En la parte inicial del capítulo 16, la referida norma alude de manera precisa a los períodos y las frecuencias de muestreo recomendando la necesidad de que tales características del muestreo sólo pueden decidirse en forma apropiada, "después de un trabajo preliminar en el cual se requiere una alta frecuencia de muestreo para proveer la información que permita la aplicación de las técnicas estadísticas".

En opinión del autor de este informe, los datos usados para la propuesta de límites y especificaciones de control no provienen de un criterio general de captura de datos como el recomendado por la norma señalada y en consecuencia deben entenderse como datos de una muestra piloto con las restricciones del caso.

Otro aspecto fundamental que se omite señalar en la MINUTA es el espacio de tiempo de control. No se indica con claridad si las variables adoptadas como criterio para definir la calidad del agua se controlarán diariamente, semanalmente, mensualmente o anualmente.

Lo indicado en el párrafo es de alta importancia, toda vez que el propio título de la MINUTA se refiere a CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACION DE LA "NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES".

Se deduce del título de la MINUTA que el propósito final es elaborar especificaciones para finalmente establecer un programa de control de calidad del agua.

Se señaló en informe anterior que el comportamiento de cualquier río debe asumirse como "un proceso a tiempo continuo", es posible entonces establecer que los criterios de control al igual que las especificaciones de variables que se estime usar se fundamenten en métodos estadísticos de control de procesos. Estos métodos buscan caracterizar la variabilidad del o los procesos sobre la base de "escenarios de variabilidad" previamente establecidos.

Por otra parte, en el marco teórico se establece que un proceso tiene condiciones naturales de variabilidad y también condiciones externas de variabilidad. Por tanto, el mayor énfasis del control estadístico de procesos se orienta a caracterizar la forma natural de variabilidad de un proceso y a detectar potenciales fuentes de variación externa al proceso.

Dependerá de la naturaleza del proceso la forma en que se agrupen los datos y se estudie la variabilidad y las fuentes de variación.

En la MINUTA in comento se ha precisado el objeto del control e incluso se ha señalado la localización geográfica de los puntos de control; sin embargo, un aspecto tan importante como el criterio de agrupación de los datos no está resuelto. Específicamente, se indica que el control se llevará a través de percentiles sin señalar el número de datos por día, semana, mes o año que se consideran en el proceso de control, sólo se han propuesto límites de control dejando de esta forma el criterio de control expresado en forma incompleta.

1.2 Análisis de los Límites Propuestos

Con las limitaciones enunciadas en la sección precedente se procede a comentar cada uno de los límites propuestos en el Anteproyecto sólo desde un punto de vista estrictamente estadístico, sin considerar aspectos ecológicos o toxicológicos, los cuales se asume que serán considerados si se tiene en cuenta que el objetivo de la norma secundaria de calidad ambiental es la protección del medio ambiente y la preservación de la naturaleza.

a) Conductividad Eléctrica

Se propone como límite el Máximo Valor Registrado, esto es 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor está por sobre el percentil 66 y por sobre el promedio de los datos; sin embargo, la variabilidad de la característica es alta, cuestión que ha de tenerse presente a la hora de definir el número de datos a registrar para su control futuro.

b) pH

Para pH se propone como intervalo de control el determinado por los límites 6.0 y 8.0. Se trata de un intervalo asimétrico respecto del valor promedio observado en los datos 6.85.

Una condición de simetría respecto del promedio indicaría que los límites debieran ser 5.7 y 8.0

c) RAS

La Guía CONAMA fija la referencia como < 2.4 y se norma como el $< \text{Máximo Valor Registrado}$ (0.7). No se aprecia una razón clara para fijar la nueva referencia.

d) Oxígeno Disuelto

El límite propuesto 9.25 es el percentil 33 de los datos registrados y coincide con el límite inferior de un intervalo del 95% de confianza determinado a partir de los datos disponibles; sin embargo nuevamente se norma por sobre el valor referencial >7.5 de la Guía de CONAMA

La modificación del criterio no tiene referencia estadística objetiva.

e) Cloruros

Se propone un valor referencial de 10 mg/L. Nuevamente se precisa un valor de referencia fijado a partir de un juicio respecto de la Guía CONAMA. El criterio usado no tiene fundamento estadístico alguno.

f) Sulfatos

Valor propuesto como referencia superior 10 mg/L. Se plantea la misma observación respecto a la forma en que se modifica el criterio establecido en la Guía CONAMA.

g) Cobre Total

Se propone como especificación el Máximo Valor Registrado 0.03 mg/L. Referencia exigente en términos de "veces la desviación estándar", corresponde al promedio más una vez la desviación estándar. Se han eliminado los valores registrados 0.16 mg/L del 27.03.87 y 0.05mg/L del 27.03.92.

No parece razonable la eliminación del valor 0.05 mg/L ya que la desviación estándar 0.02 (ya restringida por la eliminación de outlayer) señala que 0.05 equivale al promedio observado 0.01 mg/L más 2 veces la desviación estándar por lo que es discutible la eliminación del valor ya señalado. En consecuencia se sugiere tomar.

Por lo señalado se sugiere mantener el criterio del Máximo Valor Registrado usando el valor 0.05mg/L.

h) Cromo Total

Valor de referencia propuesto es el Mayor Valor Registrado 0.07 mg/L. Se hace presente que si bien este valor es superior al percentil 66, la variabilidad del cromo total es alta por lo que se espera un impacto importante en el número de datos a muestrear.

i) Hierro Total

Se fija la referencia como el Máximo Valor Registrado 0.95. Es preciso hacer presente que se eliminaron cuatro registros de los cuales tres son menores que el promedio más 3 veces la desviación estándar ya restringida por la eliminación de datos. Hay acuerdo en la eliminación del valor 7 mg/L del 27.03.87; sin embargo, usando el criterio del Máximo Valor Registrado, el límite de control debiera fijarse en 4 mg/L.

j) Manganeso

Valor de referencia asumido como el Mayor Valor Registrado 0.085 mg/L. Este límite corresponde al promedio observado más 2.75 veces la desviación estándar.

k) Aluminio

Valor de referencia 1 mg/L y se repite criterio del Máximo Valor Registrado. Se trata en este caso del valor promedio observado más 2.06 veces la desviación estándar.

l) Arsénico

Se fija valor de referencia 0.001 mg/L atendiendo al criterio usado por la DGA.

m) DQO

La propuesta obedece más bien a un criterio experimental toda vez que no hay criterios previos establecidos en la Guía CONAMA. Se recurre al criterio del Mayor Valor Registrado después de eliminar tres valores de los registros. Respecto de este caso no se comparte la eliminación de los valores por debajo del promedio más 2 veces la desviación estándar ya restringida. Manteniendo el criterio del Mayor Valor Registrado, el límite de referencia se sugiere establecer en 42 mg/L.

2. ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCION DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES

En el documento materia de esta referencia se establece, entre otros, el criterio técnico para Metodologías de Muestreo y Análisis.

Con relación a lo señalado en el TITULO V del anteproyecto baste señalar que en lo concerniente a aquellos aspectos estadísticos, la norma NCh 411/1.Of96 resuelve de buena manera el tema de los objetivos de muestreo. Fija la referencia en términos de promedio y desviación estándar y se pronuncia sobre la cantidad de información necesaria para obtener conclusiones de relevancia estadística.

Lo definido por la norma NCh 411/1.Of96 debe por tanto correlacionarse con lo establecido en el Artículo 12 del texto materia de referencia. En dicho artículo se indica textual:

“Se entenderá que las aguas cumplen con las normas secundarias de calidad establecida en el presente decreto, cuando el percentil 66 de las concentraciones de las muestras analizadas para un compuesto o elemento, según la frecuencia mínima establecida en el Programa de Vigilancia y durante dos años consecutivos, sea menor o igual a los límites establecidos”

“Para el caso del oxígeno disuelto, la concentración deberá ser mayor o igual a los límites establecidos en la norma, y para el caso del pH, la concentración deberá fluctuar entre el rango determinado en la presente norma, incluyendo los extremos.”

El texto citado contiene la referencia al percentil 66; sin embargo, los valores incluidos en el Título III, Tabla N° 2 son aquellos formulados en el documento analizado en el capítulo 1 de este informe.

El aspecto más relevante del texto dice relación el denominado Período de Vigilancia y los dos años consecutivos.

En efecto, el propio Anteproyecto de normas secundarias define Período de Vigilancia como un **“programa sistemático de monitoreo, destinado a caracterizar, medir, controlar o evaluar la variación de la calidad de las aguas en un período de tiempo y en un área de vigilancia”**.

Señalado el período de dos años y los aspectos conceptuales del denominado Período de Vigilancia, surge la necesidad de establecer el programa de muestreo estadístico que ni la MINUTA ni el ANTE PROYECTO resuelven de manera específica.

Es de importancia hacer notar que las variables consideradas en las especificaciones propuestas exhiben todas condiciones de gran variabilidad. A fin de dejar en evidencia este hecho la tabla siguiente contiene los coeficientes de variación ($CV = (\text{desviación estándar/promedio}) * 100$) de cada una de ellas

Variable	CV (%)
Conductividad Eléctrica	43.5
pH	6.9
RAS	26.2
Oxígeno Disuelto	13.3
Cloruros	32.7
Sulfatos	167.6
Cobre Total	200.0
Cromo Total	50.0
Hierro Total	166.7
Manganeso	66.7
Aluminio	86.1
DQO	60.6

De la tabla anterior se concluye que en general las características en estudio estuvieron en el período 1987-2003 sometidas a condiciones de alta variabilidad con la sola excepción del pH que se aprecia en condiciones de mayor estabilidad.

Con los últimos antecedentes el programa de monitoreo debe contar con información estadísticamente representativa toda vez que se pretende **“medir, controlar o evaluar la variación de la calidad de las aguas en un período de tiempo y en un área de vigilancia”**.

Dados los objetivos y el plazo de dos años que se incluye en el Anteproyecto, lo razonable es establecer un programa de control estadístico que represente de manera más fidedigna la continuidad del proceso (Ya se señaló que el comportamiento del Río se asimila al concepto de proceso a tiempo continuo).

No puede pretenderse en ningún caso establecer un programa de inspección discreto como el que se utilizó en la discusión de datos realizada en la MINUTA estudiada en el Capítulo 1.

Lo razonable es considerar un modelo de monitoreo estadístico basado en Cartas de Control para las variables a observar, cartas sobre las cuales deben llevarse los límites de control estadístico y las especificaciones normadas.

Como se mencionó anteriormente, también es preciso definir el concepto de grupo de datos. La idea de agrupar datos se refiere a los distintos escenarios de variación a que se someten los procesos.

En el caso de las Aguas del Río Cruces podemos identificar posibles causas de variación atribuibles a tendencias, a una componente estacional asociada a las estaciones del año e inclusive podrían existir causas atribuibles a ciclos de alta o baja temperatura de las aguas no necesariamente atribuibles a las estaciones del año. Todas ellas sumadas a la variación aleatoria natural que todo proceso posee.

Así el escenario de variación, las Cartas de Control deben considerar los registros en la frecuencia que según la variabilidad ya descrita mejor representen el escenario de dos años predeterminado

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) El uso de criterios de control basados en percentiles debe tener un estudio de compatibilidad con condiciones objetivas. La formulación sugerida en los documentos analizados no aparece sustentada bajo tales criterios.
- b) La "muestra piloto" es reducida y refleja un comportamiento de fuerte variabilidad de las características estudiadas.
- c) Dado lo anterior, el seguimiento que se efectúe en el Período de Vigilancia debe ser más riguroso y exhaustivo que el seguimiento que se usa en los datos registrados entre 1987 y 2003.
- d) El uso de Cartas de Control es fundamental
- e) Se estima de interés una mayor interacción con herramientas estadísticas en comités de trabajo puntuales.
- f) Dada la variabilidad de los datos, para que la fiscalización tenga un grado de error aceptable y a la vez que sea representativa de la calidad real del río Cruces, la frecuencia de 3 datos por año es insuficiente. Se recomienda una frecuencia de monitoreo mensual para los parámetros contenidos en el Anteproyecto, como mínimo. La única excepción la constituye el pH, el cual puede ser monitoreado cada 90 días.

La factibilidad de este plan de inspección quedará determinada por el marco normativo asociado en el Anteproyecto y las frecuencias de muestreo podrán ser ajustadas atendiendo a las condiciones de variabilidad.

002123

~~000576~~

ANEXO A

DATOS HISTÓRICOS DE MONITOREO DE PLANTA VALDIVIA Y DGA

ANEXO A.1
DATOS HISTÓRICOS PLANTA VALDIVIA.

	90,4	206,0	177,0	40,0	40,0	11,1	11,8	11,3	7,7	7,7	7,7	18,0	16,8	14,0	5,6	38,9	24,2
Max	21,8	20,8	24,4	0,5	1,1	6,9	6,4	5,8	6,4	6,0	6,2	2,8	1,9	1,9	0,6	1,3	0,8
Min	38,9	65,6	63,5	8,4	9,7	9,5	9,5	8,2	7,0	6,9	6,9	6,7	7,2	6,6	3,7	7,3	6,8
promedio	42,9	70,5	64,6	8,3	8,4	9,0	9,2	9,0	7,1	7,1	7,1	10,0	10,0	10,0	5,0	6,0	5,0

	Conductividad (µS/cm)			DQO (mg/l)			Oxígeno disuelto (mg/l)			pH			Cloruro (mg/l)			Sulfato (mg/l)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Jun-96	25,70	42,80	83,30	0,61	3,67	1,53	10,80	10,60	10,70	8,42	8,25	6,15	3,00	2,60	2,60	3,08	6,74	0,61
Jul-96	34,80	27,60	27,90	9,18	7,14	18,37	10,50	10,60	10,30	8,48	6,99	6,31	4,50	4,60	3,00	5,55	6,69	5,93
ago-96	27,60	28,20	30,60	1,42	1,10	2,21	10,64	10,00	10,40	8,39	8,38	6,40	4,00	3,00	3,00	2,13	2,32	2,32
oct-96				8,87	9,06	2,04	10,80	10,48	10,64	8,46	6,50	6,60						
nov-96				4,08	6,12	2,55	9,92	9,68	9,96	7,01	7,07	6,87						
dic-96	32,20	83,30	34,60	2,55	1,53	2,55	8,32	10,07	8,97	8,46	6,35	6,30	8,00	3,00	3,00	1,30	1,30	1,20
ene-98	42,80	44,10	46,40	8,12	6,83	3,08	9,26	9,32	8,49	7,25	7,12	7,43						
Feb-98	47,70	50,00	46,00	2,55	3,57	1,53	8,56	9,12	8,72	7,32	7,48	7,14						
sep-02	47,80	56,00	32,80	2,00	2,00	3,00	11,00	10,30	10,40	7,10	7,10	7,20	8,40	1,80	1,80	<5,00	<5,00	<5,00
mar-03	43,10	62,80	46,20	2,00	3,00	3,00	8,20	9,30	9,80	7,00	6,90	6,80	3,00	4,00	2,50	<5,00	<5,00	<5,00
sep-03	24,10	27,00	32,60	11,00	11,00	11,00	10,70	11,10	9,80	7,00	6,70	6,80	2,80	3,50	2,80	<5,00	<5,00	<5,00
abr-04	55,90	87,60	33,40	<40,00	<40,00	<40,00	7,70	7,38	7,26	7,70	7,70	7,60	18,00	14,00	14,00	<5,00	<5,00	<5,00
may-04	42,80	99,80	80,60	93,28	33,28	33,28	8,61	7,22	7,71	8,93	6,99	6,88						
Jun-04	26,80	74,10	52,60	<1,00	1,50	1,53	7,17	7,21	6,81	7,31	7,33	7,04	3,00	3,20	2,80	<0,50	2,40	2,80
Jul-04	29,30	40,50	33,00	2,30	3,30	6,50	7,13	6,74	7,18	7,23	7,11	7,10						
ago-04	27,20	62,40	83,30	<20,00	<20,00	<20,00	6,87	6,37	5,87	6,90	6,60	6,50						
sep-04	31,40	50,80	45,50	<20,00	<20,00	<20,00	11,10	10,20	10,30	7,41	7,45	8,92	2,80	7,40	6,10	<0,50	9,10	8,80
oct-04	40,60	88,20	117,80	<20,00	<20,00	<20,00	9,84	10,01	10,09	7,49	7,40	7,33						
nov-04	90,40	76,90	35,60	<20,00	<20,00	29,10	8,24	9,20	9,01	6,88	6,86	6,81						
dic-04	37,5	117,0	94,8	<20,00	<20,00	24,80	9,22	9,6	9,08	8,82	7,06	7,85	2,80	7,80	8,10	<0,5	16,0	14,0
ene-05	39,10	110,60	131,80	4,00	5,00	4,00	8,7	9,1	9,4	7,5	7,3	7,11						
feb-05	39,3	141,8	90,0	9,00	8,00	9,00	9,2	7,5	7,7	7,2	7,3	7,22						
mar-05	43,2	150,6	132,1	<1,00	14,00	11,00	9,7	10,9	9,8	7,0	7,5	6,9	<10,0	16,8	12,6	<5,0	83,9	24,2
abr-05	80,8	208,0	177,0	<1,00	7,00	<1,00	10,1	10,9	9,4	7,4	7,1	7,3						
may-05	31,1	40,6	63,4	4,00	13,00	9,00	10,7	10,8	10,4	7,0	6,9	7,1	<10,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0
Jun-06	21,8	20,8	24,4	6,00	8,00	6,00	10,9	11,8	9,1	7,2	7,0	6,8	<10,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0
Jul-06	28,1	36,8	85,3	3,00	4,00	3,00	10,9	9,3	10,7	6,9	7,2	7,22						
ago-06	28,6	28,4	33,6	3,00	4,00	3,00	10,5	10,5	10,6	7,1	6,4	6,5						
sep-06	28,2	29,7	40,1	2,00	8,00	2,00	11,3	11,3	11,3	6,8	6,0	6,6						
oct-06	69,5	36,5	50,0	5,00	4,00	4,00	10,3	10,3	9,7	6,9	7,1	6,9	<10,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0
nov-06	23,6	26,9	50,4	<1,0	8,00	<1,0	9,0	9,1	8,2	6,6	6,7	7,0	<10,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0
dic-06	35,0	49,1	64,0	8,0	9,0	9,0	8,9	8,9	9,6	6,9	7,1	7,1						
ene-06	37,8	66,2	65,0	14,0	20,0	2,0	8,5	7,6	8,8	6,8	6,8	6,9	<10,0	<10,0	<10,0	<5,0	<5,0	<5,0
Feb-06	43,5	70,0	69,0	5,0	4,0	16,0	8,3	9,8	8,4	6,8	6,4	6,3						
mar-06	43,4	98,0	92,3	2,0	2,0	9,0	8,2	8,6	9,3	7,2	7,1	7,3						

ANEXO A.1
DATOS HISTÓRICOS PLANTA VALDIVIA.

	Cobres soluble (µg/l)			Cromo soluble (µg/l)			Hierro soluble (mg/l)			Manganeso (mg/l)			Aluminio soluble (mg/l)			Arsénico (mg/l)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Max	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	0,40	0,46	2,53	0,032	0,027	0,050	0,34	0,80	0,46	0,050	0,050	0,050
Min	0,8	0,7	2,4	0,1	0,1	0,1	0,02	0,05	0,03	0,003	0,003	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
promedio	8,8	8,9	10,6	7,0	6,8	6,8	0,14	0,15	0,35	0,016	0,014	0,02	0,11	0,14	0,12	0,004	0,004	0,004
p88	6,1	6,2	8,1	5,0	5,0	5,0	0,14	0,19	0,28	0,020	0,020	0,02	0,09	0,09	0,08	0,001	0,001	0,001
Jun-85	8,40	12,00	7,50	2,80	0,20	0,05	0,29	0,26	0,45	0,028	0,026	0,038	0,00	0,00	0,00	0,00013	0,00003	0,00020
Jul-85	0,80	0,70	2,40	<0,05	<0,05	<0,05	0,02	0,05	0,12	0,030	0,026	0,021	0,00	0,00	0,00	0,00020	0,00017	0,00023
ago-85																		
oct-85																		
nov-85																		
dic-85	1,70	1,00	27,40	0,18	0,08	0,24	0,04	0,12	0,11	0,008	0,004	0,026	<0,10	<0,10	<0,10	0,00007	0,00008	0,00006
ene-86																		
Feb-86																		
ago-86	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,38	0,20	0,53	0,032	0,006	0,010	0,210	0,090	0,005	<0,001	<0,001	<0,001
sep-86	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,40	0,46	2,53	0,018	0,027	0,037	0,19	0,42	0,48	<0,001	<0,001	<0,001
mar-87	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,13	0,10	0,14	0,010	0,008	0,007	0,28	0,30	0,41	<0,001	<0,001	<0,001
ago-87	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,17	0,19	0,24	0,020	0,020	0,020	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05	<0,05	<0,05
abr-88																		
may-88																		
Jun-88	10,00	10,00	10,00	<4,00	<4,00	<4,00	0,04	0,08	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	0,28	0,26	<0,001	<0,001	<0,001
Jul-88																		
ago-88																		
sep-88																		
oct-88	<10,00	<10,00	<10,00	<4,00	<4,00	<4,00	0,13	0,22	0,23	<0,01	<0,01	<0,01	0,25	0,21	0,18	<0,001	<0,001	<0,001
nov-88																		
dic-88	<10,00	<10,00	<10,00	<4,00	<4,00	<4,00	0,14	0,25	0,28	0,03	0,02	0,05	0,09	0,46	0,32	<0,008	<0,008	<0,006
ene-89																		
feb-89	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,074	0,087	0,056	<0,003	0,016	<0,003	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0006
mar-89																		
abr-89	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,052	0,053	0,107	0,003	0,003	0,003	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0005
may-89																		
Jun-89	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,042	0,084	0,034	<0,003	0,020	<0,003	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Jul-89																		
ago-89																		
sep-89	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,148	0,083	0,222	0,022	0,010	0,016	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0005
oct-89																		
nov-89																		
dic-89	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,084	0,088	0,133	0,013	0,007	0,014	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0005
ene-90																		
feb-90	<5,00	<5,00	7,00	<5,00	<5,00	<5,00	0,084	0,088	0,133	0,013	0,007	0,014	<0,06	<0,06	<0,06	<0,0005	<0,0005	<0,0005
mar-90																		

ANEXO A.2
DATOS DISCRETOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

FECHA	pH	Conduct	Ox. Dis.	Cloruro	Sulfato	RAS	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	D.O.O.
	v. pH	umhos/cm	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
27/03/1987	6.55	53.0	9.2	5.32	1.0						0.18	7.22		
15/07/1987	7.12	30.0	10.8	4.25	<0.3		< 0.005				0.02	0.59		
22/10/1987	7.24	36.0		5.67	<0.3		< 0.005				< 0.01	0.59		
29/01/1988	6.80	53.0	9.7	5.67	<0.3		< 0.005				0.02	0.36		
22/08/1988	6.90	37.0	10.9	3.50	<0.3		< 0.005				0.02	3.91		
29/09/1988	7.10	40.0	11.2	3.50	<0.3		< 0.005				< 0.01	0.36		
24/01/1989	6.80	43.0	10.2	3.50	0.3		< 0.005				0.01	0.49		
27/03/1989	7.00	50.0		3.90	1.0		< 0.005				< 0.01	0.35		
26/06/1989	6.47	36.0		3.50	0.5		< 0.005				0.03	0.52		
23/09/1989	6.33	32.0		3.50	0.5		< 0.005				< 0.01	0.37		
20/12/1989	7.11	36.0		3.20	0.4		< 0.005				< 0.01	0.10		
29/03/1990	6.40	40.0		3.90	0.9		< 0.005				0.01	2.71		
27/05/1990	6.88	32.0		5.00	0.6		< 0.005				0.02	0.60		
28/09/1990	6.93	32.0		3.90	1.0		< 0.005				0.01	0.63		
18/12/1990	7.80	40.0	9.4	3.50	0.5		< 0.005				0.01	0.47		
24/04/1991	7.80	40.0		1.80	0.5		< 0.005				< 0.01	0.43		
19/07/1991	6.27	27.0	11.2	2.50	< 0.5		< 0.005				< 0.01	2.45		
27/09/1991	7.05	31.0	10.8	2.80	< 0.5		< 0.005				< 0.01	0.52		
09/04/1992	7.17	40.0		3.50	< 0.5		< 0.005				0.05	0.81		
24/06/1992	6.62	35.0	10.0	2.50	< 0.5		< 0.005				0.01	0.43		
30/09/1993	7.19	44.0	8.8				< 0.001				0.001	0.74		
16/09/1993	6.32	31.0	11.8				< 0.001				0.002	0.48		
03/12/1993	5.94	26.0	10.2				< 0.001				< 0.001	0.95		
05/04/1994		27.0	9.8				< 0.001				0.004	0.26		
27/07/1994	6.05	22.0					< 0.001				< 0.001	0.93		
04/04/1995	7.39	45.0					< 0.001				< 0.001			
12/03/1998	7.47	34.3	9.8				< 0.001				< 0.001	0.32		0.04
25/06/1998	6.20	30.0	12.30				0.1				< 0.001	0.21		0.04
10/08/1998	6.96	11.2					0.1				< 0.001	0.02		0.03
03/12/1998	7.35	32.1	9.60				< 0.001				< 0.001	0.87		0.03
04/09/1997	7.12	31.5	10.10				< 0.001				< 0.001	0.46		<1.0
03/06/1997	7.64	33.0	6.50				1.0				< 0.001	0.75		0.065
23/08/1997	6.88	30.0	10.09				0.8				< 0.001	0.058		0.060
02/12/1997	6.97	50.4	10.72				0.2				< 0.001	0.10		< 0.01
20/03/1998	7.28	51.5	9.03				0.1				< 0.001	0.360		0.03
17/06/1998	7.30	66.1	9.10				0.2				< 0.001	0.480		0.03
09/09/1998	7.02	34.0	10.65				0.2				< 0.001	0.42		0.03
03/12/1998	7.20	78.0	8.35				0.2				< 0.001	0.13		0.01

006573
3021202
1082

ANEXO A.2
DATOS DISCRETOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

FECHA	pH u. pH	Conduct. umhos/cm	Ox. Dis. mg/l	Cloruro mg/l	Sulfato mg/l	RAS	Al mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	D.Q.O. mg/l
11/03/1989	7,75	50,0	9,40	2,87	0,24		1,0	0,001	0,001	< 0,01	0,01	0,820	0,06	25
22/08/1989	8,50	56,4	9,4				< 0,10	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,01	0,10	0,02	42
22/08/1989	8,40	71,8	10,6				0,15	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	34
01/12/1989	7,35	79,3	9,64				0,12	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	40
04/04/2000	6,48	25,3	8,92	0,2	6,8		< 0,10	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,01	0,16	0,01	11
06/07/2000	6,55	24,5	8,8				0,77	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,31	0,02	30
27/09/2000	6,61	82,8	8,6				0,55	< 0,001	< 0,01	0,02	< 0,01	0,26	0,01	28
22/11/2000	7,06	98,3	8,2				0,04	< 0,001	< 0,01	< 0,01	0,01	0,17	0,01	14
29/11/2000	7,11	96,5	8,8				0,01	< 0,001	< 0,01	0,01	< 0,01	0,05	< 0,01	165
18/04/2001	7,20	100,1	11,49	5,1	0,0		0,20	< 0,001	< 0,010	< 0,01	< 0,01	0,08	0,02	21
06/07/2001	5,71	80,1	10,69				0,80	< 0,001	< 0,010	< 0,01	< 0,01	0,84	0,05	11
02/10/2001	6,50	57,5	7,88				0,04	< 0,001	< 0,010	< 0,01	< 0,01	0,22	0,01	29
21/11/2001	7,09	58,2	9,28	2,9	< 1,0		0,50	< 0,001	< 0,010	< 0,01	< 0,01	0,74	0,04	20
20/03/2002	6,61	41,0	8,06	2,8	3,0		0,30	< 0,001	< 0,010	< 0,01	< 0,01	0,32	0,03	16
11/08/2002	6,30	29,0	10,0				0,60	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,31	0,03	18
15/10/2002	6,18	28,0	7,5				0,70	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,28	0,01	12
28/11/2002	6,37	28,0	6,8				0,40	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,37	0,01	24
15/04/2003	6,76	43,0	7,3	3,32	0,0		0,30	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	6
19/06/2003	6,20	29,0	7,0				0,07	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,63	0,05	55
02/09/2003	6,60	36,0	9,8				0,30	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,28	0,02	3,000
18/11/2003	6,13	28,0	9,2				1,50	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,20	0,08	6,000
06/04/2004	7,27	53,0	9,7	5,28	< 1,0		0,30	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,39	0,02	3,756
29/07/2004	6,57	47,0	10,5				0,30	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,29	0,02	15,688
18/11/2004	6,71	75,0	9,6				0,50	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,49	0,04	14,032
05/04/2005	6,69		7,83	18,1	39,6	3,073	0,4	< 0,001	< 0,01		< 0,01		0,05	26,8
26/07/2005	6,60		10,52	2,5	1,3	0,417	0,3	< 0,001	< 0,01		0,01		0,03	24,9
08/11/2005	6,81		8,68	8,4	9,0	1,288	0,2	< 0,001	< 0,01		0,03		0,01	10,3

002127

006580

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

002128

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
10/10/2002	234,46	6,169	21,438	7,543
11/10/2002	216,114	6,187	21,254	7,48
31/10/2002	246,847	6,23	21,7	7,58
14/11/2002	217,75	6,273	24,863	6,351
15/11/2002	188,322	6,248	23,957	6,257
16/11/2002	153,831	6,298	24,892	6,192
17/11/2002	198,39	6,262	23,796	6,228
18/11/2002	234,042	6,162	20,192	6,395
19/11/2002	220,374	6,187	20,875	6,435
20/11/2002	223,946	6,198	20,942	6,467
21/11/2002	206,957	6,223	21,463	6,574
22/11/2002	185,536	6,254	21,938	6,412
23/11/2002	170,62	6,259	22,217	6,253
24/11/2002	160,611	6,259	22,717	6,133
25/11/2002	150,442	6,243	23,283	6,214
26/11/2002	144,152	6,272	23,517	6,299
27/11/2002	139,349	6,308	23,91	6,453
28/11/2002	128,701	6,348	24,371	6,343
29/11/2002	119,933	6,368	24,862	6,143
30/11/2002	112,693	6,363	25,579	6,212
01/12/2002	106,388	6,386	25,871	6,142
02/12/2002	100,371	6,377	26,096	6,024
03/12/2002	96,73	6,366	26,275	5,881
04/12/2002	90,504	6,296	26,936	5,809
05/12/2002	87,528	6,322	25,829	5,851
06/12/2002	84,15	6,281	26,158	6,044
07/12/2002	78,98	6,316	26,488	5,973
08/12/2002	74,578	6,288	27,117	5,844
09/12/2002	71,093	6,28	27,633	5,797
10/12/2002	68,053	6,319	27,654	5,676
11/12/2002	65,102	6,363	28,204	5,669
12/12/2002	62,43	6,398	28,55	5,791
13/12/2002	59,972	6,424	29,146	5,66
14/12/2002	57,404	6,512	30,013	5,545
15/12/2002	59,112	6,568	29,963	5,706
16/12/2002	61,02	6,624	31,558	5,64
17/12/2002	54,846	6,635	32,81	5,82
18/12/2002	52,729	6,581	34,18	5,442
23/12/2002	54,056	7,341	25,4	7,404
24/12/2002	56,582	7,233	25,2	7,21
25/12/2002	71,593	7,197	24,675	6,807
26/12/2002	78,819	7,207	24,388	6,929
27/12/2002	76,145	7,241	24,242	7,01
30/12/2002	53,27	7,396	25,842	6,718
31/12/2002	51,68	7,405	25,804	6,751
01/01/2003	48,892	7,408	26,546	6,559
02/01/2003	46,581	7,39	26,812	6,45
03/01/2003	44,536	7,383	27,305	6,637
04/01/2003	43,026	7,373	25,146	6,586
05/01/2003	41,52	7,348	24,629	6,59
06/01/2003	40,169	7,335	25,946	6,365
07/01/2003	38,743	7,286	26,4	6,224
08/01/2003	37,896	7,305	26,982	6,055
09/01/2003	36,793	7,309	28,258	5,846

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

102129

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
10/01/2003	35,593	7,311	28,583	5,826
11/01/2003	34,617	7,312	27,942	5,67
12/01/2003	33,795	7,331	26,229	5,864
13/01/2003	32,977	7,306	27,725	5,776
14/01/2003	32,262	7,295	30,15	5,468
15/01/2003	31,479	7,26	28,917	5,473
16/01/2003	32,33	7,276	26,9	5,791
17/01/2003	35,162	7,345	27,788	6,201
18/01/2003	34,185	7,368	27,975	6,196
19/01/2003	33,427	7,361	28,004	6,209
20/01/2003	36,149	7,36	28,014	6,274
21/01/2003	35,705	7,359	27,875	6,491
22/01/2003	38,65	7,377	27,792	6,91
23/01/2003	35,571	7,411	28,15	6,773
24/01/2003	32,238	7,408	28,776	6,508
25/01/2003	30,736	7,398	30,988	6,173
26/01/2003	29,54	7,373	31,563	5,803
27/01/2003	29,987	7,361	31,858	5,587
28/01/2003	31,887	7,36	32,25	5,621
29/01/2003	29,604	7,307	32,321	5,46
30/01/2003	28,588	7,293	32,504	5,326
31/01/2003	31,02	7,309	32,667	5,388
01/02/2003	30,648	7,296	32,879	5,731
02/02/2003	29,286	7,293	32,342	5,715
03/02/2003	28,81	7,295	32,463	5,63
04/02/2003	27,508	7,294	33,242	5,562
05/02/2003	26,42	7,29	32,988	5,49
06/02/2003	25,974	7,307	32,962	5,791
07/02/2003	25,223	7,355	33,3	5,899
08/02/2003	24,566	7,333	34,417	5,807
09/02/2003	23,803	7,341	34,354	5,808
10/02/2003	23,566	7,368	34,679	5,889
11/02/2003	22,967	7,373	34,725	5,869
12/02/2003	22,236	7,353	34,542	5,784
13/02/2003	21,83	7,363	33,975	5,946
14/02/2003	21,587	7,382	34,488	5,816
15/02/2003	21,857	7,406	34,713	6,128
16/02/2003	21,56	7,402	34,592	6,068
17/02/2003	21,045	7,398	34,6	6,209
18/02/2003	20,991	7,403	34,579	6,215
19/02/2003	21,235	7,415	34,696	6,456
20/02/2003	20,558	7,424	34,158	6,503
21/02/2003	19,911	7,418	34,558	6,256
22/02/2003	19,467	7,398	34,9	6,035
23/02/2003	19,344	7,371	35,088	5,998
24/02/2003	19,344	7,389	35,529	5,874
25/02/2003	18,779	7,347	35,985	5,58
26/02/2003	18,841	7,368	36,27	5,774
27/02/2003	19,344	7,398	35,763	5,916
28/02/2003	19,259	7,386	35,643	5,984
01/03/2003	18,481	7,393	36,138	5,996
02/03/2003	17,987	7,404	36,175	6,109
03/03/2003	17,741	7,413	36,442	5,898
04/03/2003	17,42	7,385	36,483	5,689

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

102130

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
05/03/2003	16,932	7,385	36,488	5,76
06/03/2003	16,642	7,384	36,504	5,638
07/03/2003	16,617	7,47	35,926	6,239
12/03/2003	15,375	7,617	36,467	6,843
13/03/2003	15,259	7,477	36,896	6,579
14/03/2003	15,864	7,421	36,396	6,404
15/03/2003	17,22	7,374	36,291	6,586
16/03/2003	17,42	7,408	36,971	6,71
17/03/2003	16,578	7,439	37,183	6,499
18/03/2003	15,775	7,428	37,017	6,427
19/03/2003	16,094	7,335	37,042	6,544
20/03/2003	18,777	7,129	39,525	7,956
21/03/2003	19,27	7,114	39,792	7,836
22/03/2003	18,037	7,108	40,638	7,476
23/03/2003	17,42	7,093	40,704	7,408
24/03/2003	17,346	7,107	40,496	7,478
25/03/2003	17,089	7,105	41,1	7,339
26/03/2003	20,388	7,087	39,786	7,505
27/03/2003	29,332	7,078	39,483	7,074
28/03/2003	24,854	7,059	40,088	7,474
29/03/2003	20,829	7,062	39,638	7,565
30/03/2003	18,9	7,079	40,121	7,44
31/03/2003	17,765	7,119	40,279	7,227
01/04/2003	16,845	7,161	40,546	7,234
02/04/2003	16,442	7,188	40,983	7,423
03/04/2003	16,498	7,243	40,778	7,525
04/04/2003	16,464	7,256	40,363	7,614
05/04/2003	15,997	7,261	40,558	7,433
06/04/2003	15,708	7,355	40,804	7,341
07/04/2003	15,375	7,405	40,808	7,603
08/04/2003	15,375	7,401	40,796	7,52
09/04/2003	15,753	7,412	40,283	7,647
10/04/2003	15,908	7,493	40,271	7,847
11/04/2003	15,819	7,501	39,717	7,741
12/04/2003	15,375	7,493	40,008	7,893
13/04/2003	15,33	7,51	40,35	7,618
14/04/2003	14,841	7,403	40,642	7,472
15/04/2003	15,174	7,436	40,633	7,588
16/04/2003	15,375	7,497	40,788	7,645
17/04/2003	15,553	7,526	40,933	7,631
18/04/2003	15,375	7,556	40,983	7,931
19/04/2003	15,152	7,396	41,067	7,652
20/04/2003	18,274	7,296	39,604	8,133
21/04/2003	25,912	7,366	39,229	8,416
22/04/2003	28,969	7,344	38,983	8,473
23/04/2003	27,182	7,285	36,888	8,932
24/04/2003	23,133	7,325	37,688	8,772
25/04/2003	20,295	7,373	38,663	8,546
26/04/2003	19,048	7,437	39,55	8,42
27/04/2003	18,407	7,489	40,05	8,496
28/04/2003	17,765	7,477	39,867	8,514
29/04/2003	17,001	7,423	39,917	8,264
30/04/2003	17,126	7,405	39,742	8,18
01/05/2003	17,568	7,468	39,3	8,465

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

002131

	Caudal (m ³ /s)	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxigeno (mg/L)
02/05/2003	17,272	7,473	38,917	8,453
03/05/2003	16,976	7,513	39,208	8,434
04/05/2003	16,954	7,5	39,683	8,231
05/05/2003	16,747	7,582	40,348	8,478
06/05/2003	16,375	7,534	36,958	7,963
07/05/2003	15,908	7,487	34,683	8,378
08/05/2003	15,953	7,492	40,192	8,678
09/05/2003	16,669	7,449	39,508	8,43
10/05/2003	19,888	7,479	36,479	8,616
11/05/2003	21,884	7,453	38,867	8,6
12/05/2003	20,484	7,366	41,483	8,074
13/05/2003	18,851	7,31	39,896	7,935
14/05/2003	18,431	7,346	39,271	8,14
15/05/2003	18,16	7,415	39,304	8,136
16/05/2003	17,913	7,405	39,696	8,396
17/05/2003	17,854	7,39	40,457	8,395
18/05/2003	16,976	7,42	34,783	8,497
19/05/2003	16,976	7,448	37,942	9,166
20/05/2003	16,944	7,352	41,158	9,239
21/05/2003	21,934	7,347	39,721	9,098
22/05/2003	34,54	7,257	38,088	8,982
23/05/2003	43,797	7,16	34,496	8,896
24/05/2003	35,368	7,456	35,419	8,896
25/05/2003	30,31	8,842	34,779	8,896
26/05/2003	29,636	8,734	36	8,896
27/05/2003	28,429	8,945	36,846	8,896
28/05/2003	26,128	9,051	36,925	8,896
29/05/2003	24,713	9,189	37,183	8,896
30/05/2003	25,066	8,85	37,279	8,896
31/05/2003	30,34	8,721	37,613	8,896
01/06/2003	31,792	8,53	38,867	8,896
02/06/2003	28,365	8,26	36,796	8,896
03/06/2003	26,273	7,26	37,904	9,543
04/06/2003	26,036	7,198	37,65	9,573
05/06/2003	61,564	7,124	35,654	9,205
06/06/2003	87,81	7,012	28,242	9,531
07/06/2003	63,757	7,018	27,31	9,812
08/06/2003	52,35	7,071	30,038	9,907
09/06/2003	45,806	7,094	30,267	9,958
10/06/2003	43,426	7,101	30,492	9,821
11/06/2003	49,464	7,088	32,308	9,342
12/06/2003	72,869	7,06	29,496	9,159
13/06/2003	117,201	6,936	27,308	9,315
14/06/2003	148,902	6,882	25,825	9,348
15/06/2003	285,728	6,7	22,613	9,35
16/06/2003	280,374	6,683	22,967	9,56
17/06/2003	224,511	6,695	23,629	9,479
18/06/2003	187,625	6,728	25,104	9,482
19/06/2003	206,014	6,775	24,138	9,476
20/06/2003	491,654	6,571	20,657	9,017
21/06/2003	551,004	6,569	18,28	9,159
22/06/2003	500,732	6,581	20,521	9,268
23/06/2003	437,221	6,588	21,9	9,466
24/06/2003	380,212	6,593	22,792	9,747

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

002132

	Caudal (m ³ /s)	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxígeno (mg/L)
25/06/2003	318,644	6,601	22,538	9,809
26/06/2003	350,511	6,629	22,615	9,861
27/06/2003	377,778	6,59	20,85	9,535
28/06/2003	350,005	6,597	20,883	9,535
29/06/2003	290,925	6,613	20,908	9,461
30/06/2003	284,644	6,635	20,72	9,469
01/07/2003	352,943	6,621	20,347	9,488
02/07/2003	299,144	6,62	22,857	9,61
03/07/2003	250,517	6,653	22,879	9,7
04/07/2003	222,961	6,665	21,138	9,928
05/07/2003	201,115	6,685	22,413	10,009
06/07/2003	182,825	6,694	21,871	9,848
07/07/2003	204,786	6,715	23,888	9,703
08/07/2003	299,874	6,646	20,663	9,944
09/07/2003	222,303	6,655	21,596	10,36
10/07/2003	185,39	6,695	22,546	10,433
11/07/2003	169,275	6,71	23,358	10,383
12/07/2003	156,527	6,738	23,748	10,478
13/07/2003	147,888	6,743	23,683	10,406
14/07/2003	153,458	6,752	23,408	10,38
15/07/2003	155,244	6,757	22,7	10,329
16/07/2003	139,194	6,767	23,642	10,329
17/07/2003	127,967	6,791	24,729	10,284
18/07/2003	159,632	6,797	23,258	10,065
19/07/2003	279,235	6,7	18,483	9,824
20/07/2003	333,058	6,674	18,504	9,632
21/07/2003	297,612	6,675	19,763	9,955
22/07/2003	259,551	6,69	19,933	9,938
23/07/2003	243,172	6,7	20,5	9,898
24/07/2003	223,684	6,705	21,713	9,758
25/07/2003	204,666	6,717	20,95	9,789
26/07/2003	187,005	6,738	20,938	9,827
27/07/2003	172,434	6,74	22,238	9,829
28/07/2003	160,945	6,754	22,043	9,765
29/07/2003	149,589	6,769	22,692	9,743
30/07/2003	140,091	6,794	21,604	9,645
31/07/2003	131,939	6,879	19,886	9,6
01/08/2003	140,126	6,899	19,63	9,567
02/08/2003	136,877	6,894	19,875	9,563
03/08/2003	125,402	6,904	20,171	9,466
04/08/2003	169,5	6,901	19,333	9,55
05/08/2003	168,506	6,867	18,941	9,563
06/08/2003	141,056	6,897	20,213	9,57
07/08/2003	149,366	6,91	19,888	9,658
08/08/2003	176,039	6,884	19,275	9,631
09/08/2003	150,97	6,896	20,046	9,54
10/08/2003	137,867	6,912	20,192	9,474
11/08/2003	129,762	6,923	20,163	9,237
12/08/2003	124,538	6,93	20,304	9,092
13/08/2003	118,899	6,948	20,304	8,97
14/08/2003	113,315	6,953	20,483	8,968
15/08/2003	108,411	6,955	20,579	8,947
16/08/2003	103,833	6,955	20,738	8,815
17/08/2003	99,718	6,965	21,321	8,58

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

002133

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
18/08/2003	103,061	6,975	21,204	8,249
19/08/2003	124,556	6,976	21,017	8,418
20/08/2003	138,564	6,96	20,571	8,722
21/08/2003	133,047	6,972	21,15	8,924
22/08/2003	124,653	6,98	21,367	9,07
23/08/2003	111,702	6,985	21,229	9,229
24/08/2003	104,916	6,988	21,25	9,18
25/08/2003	110,325	7,005	21,221	9,155
26/08/2003	103,425	7,012	21,717	8,771
27/08/2003	96,365	7,026	22,088	8,554
28/08/2003	90,727	7,043	22,429	8,487
29/08/2003	86,419	7,042	22,45	8,492
30/08/2003	84,699	7,03	22,667	8,465
31/08/2003	98,57	7,031	22,325	8,397
01/09/2003	96,862	7,018	21,746	8,311
02/09/2003	86,975	7,042	22,575	8,171
03/09/2003	81,855	7,06	22,7	8,125
04/09/2003	84,024	7,033	22,875	8,057
05/09/2003	175,143	6,928	20,639	8,506
06/09/2003	237,167	6,798	19,992	8,804
07/09/2003	221,282	6,809	20,554	9,232
08/09/2003	179,407	6,858	20,438	9,515
09/09/2003	159,82	6,884	20,454	9,528
10/09/2003	148,666	6,903	20,35	9,36
11/09/2003	142,206	6,92	20,392	9,133
12/09/2003	157,907	6,924	20,088	9,07
13/09/2003	150,197	6,927	20,125	9,1
14/09/2003	134,479	6,934	20,892	8,885
15/09/2003	124,153	6,949	21,138	8,745
16/09/2003	117,048	6,961	21,504	8,544
17/09/2003	119,028	6,974	21,529	8,41
18/09/2003	139,473	6,973	20,854	8,41
19/09/2003	149,319	6,965	21,076	8,72
20/09/2003	135,037	6,973	22,358	8,805
21/09/2003	125,875	6,987	22,619	8,69
22/09/2003	142,657	7,009	21,975	8,853
23/09/2003	135,918	7,004	21,495	8,796
24/09/2003	124,677	7,02	22,592	8,766
25/09/2003	117,875	7,048	22,704	8,82
26/09/2003	115,416	7,028	21,363	8,891
27/09/2003	182,143	6,968	20,15	9,126
28/09/2003	170,158	6,928	19,39	9,227
29/09/2003	140,541	6,981	20,4	9,146
30/09/2003	130,364	7,014	21,838	9,123
01/10/2003	133,81	7,029	21,292	9,148
02/10/2003	132,828	7,02	21,924	9,133
03/10/2003	119,556	7,016	21,429	9,046
04/10/2003	112,442	7,028	21,567	8,962
05/10/2003	106,51	7,04	21,763	8,772
06/10/2003	101,975	7,05	21,95	8,6
07/10/2003	109,865	7,051	21,8	8,592
08/10/2003	152,874	6,997	22,063	8,575
09/10/2003	153,006	6,972	21,954	8,64
10/10/2003	124,983	7,02	23,067	8,753

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

002134

	Caudal (m ³ /s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
11/10/2003	112,823	7,029	22,762	8,82
12/10/2003	106,51	7,039	22,654	8,705
13/10/2003	100,812	7,053	22,395	8,404
14/10/2003	96,17	7,048	22,66	8,332
15/10/2003	93,666	7,072	23,144	8,295
16/10/2003	95,43	7,078	22,762	8,612
17/10/2003	90,905	7,064	22,629	8,415
18/10/2003	107,194	7,048	22,517	8,423
19/10/2003	105,939	7,04	22,324	8,481
20/10/2003	95,043	7,062	23,1	8,539
21/10/2003	88,82	7,106	23,975	8,305
22/10/2003	83,628	7,139	23,24	8,277
23/10/2003	80,813	7,127	23,557	7,967
24/10/2003	87,445	7,13	23,633	8,271
25/10/2003	89,641	7,111	32,244	8,338
26/10/2003	122,499	7,06	22,822	8,626
27/10/2003	104,411	7,057	23,417	8,657
28/10/2003	92,066	7,093	23,733	8,514
29/10/2003	85,528	7,113	24,107	8,031
30/10/2003	81,279	7,226	24,254	8,137
31/10/2003	76,497	7,151	24,442	8,11
01/11/2003	73,292	7,169	24,354	7,98
02/11/2003	70,583	7,185	24,113	7,687
03/11/2003	67,736	7,167	24,276	7,656
04/11/2003	65,204	7,2	25,105	7,559
05/11/2003	62,619	7,206	25,388	7,446
06/11/2003	61,059	7,176	25,75	7,264
07/11/2003	67,218	7,182	24,82	7,426
08/11/2003	70,175	7,197	25,008	7,826
09/11/2003	69,663	7,19	25,562	7,715
10/11/2003	62,914	7,196	25,295	7,591
11/11/2003	59,368	7,195	25,53	7,346
12/11/2003	62,666	7,198	25,421	7,546
13/11/2003	61,087	7,2	25,671	7,439
14/11/2003	55,553	7,229	26,017	7,34
15/11/2003	54,283	7,207	26,533	7,23
16/11/2003	68,503	7,183	25,69	7,514
17/11/2003	157,542	7,022	22,667	7,976
18/11/2003	192,61	6,833	15,06	8,093
19/11/2003	134,236	6,733	6,377	8,146
20/11/2003	114,251	6,816	7,619	8,057
21/11/2003	99,183	6,849	8,387	7,845
22/11/2003	96,748	6,88	7,743	7,93
23/11/2003	90,217	6,965	8,307	7,822
24/11/2003	84,861	6,922	8,387	7,755
25/11/2003	79,3	6,918	8,25	7,592
27/11/2003	73,344	7,026	8,8	8,028
28/11/2003	69,254	7,057	8,847	8,268
29/11/2003	66,246	7,101	8,84	7,967
30/11/2003	63,801	7,113	8,978	8,166
01/12/2003	61,721	7,109	9,45	7,937
02/12/2003	59,377	7,168	11,9	7,945
03/12/2003	58,455	7,188	12,243	8,214
04/12/2003	57,991	7,159	8,978	8,473

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno (mg/L)
05/12/2003	58,787	7,101	11,739	8,286
06/12/2003	63,017	7,112	11,933	8,029
07/12/2003	57	8,197	10,067	8,201
08/12/2003	52,808	7,169	9,717	8,071
10/12/2003	64,494	7,136	7,476	7,86
11/12/2003	65,536	7,133	4,189	8,101
12/12/2003	59,432	7,149	2,406	8,126
13/12/2003	53,93	7,15	2,271	8,092
14/12/2003	53,588	7,184	12,207	8,159
15/12/2003	52,92	7,171	11,343	8,09
16/12/2003	49,243	7,139	11,414	8,399
17/12/2003	46,307	7,169	12,162	8,149
18/12/2003	43,775	7,159	13,028	7,954
19/12/2003	42,214	7,158	12,958	7,811
20/12/2003	41,134	7,127	13,593	7,853
21/12/2003	40,516	7,087	14,467	7,615
22/12/2003	43,603	7,084	13,689	7,954
23/12/2003	38,687	7,26	13,792	8,399
24/12/2003	37,41	7,19	14,463	8,122
25/12/2003	36,029	7,146	15,342	7,926
26/12/2003	41,443	7,128	14,546	7,922
27/12/2003	47,458	7,152	13,75	8,064
28/12/2003	40,248	7,138	16,013	8,294
29/12/2003	36,72	7,154	16,638	8,155
30/12/2003	34,801	7,147	18,767	8,068
31/12/2003	33,284	7,185	16,863	7,955
01/01/2004	31,887	7,196	19,379	7,868
02/01/2004	30,471	7,194	21,125	7,431
03/01/2004	29,286	7,203	20,4	7,211
04/01/2004	28,429	7,213	19,038	7,163
05/01/2004	27,413	7,174	18,396	7,072
06/01/2004	27,127	7,179	17,521	7,22
07/01/2004	26,449	7,2	18,804	7,4
08/01/2004	25,449	7,222	18,813	7,118
09/01/2004	24,772	7,243	19,163	6,908
10/01/2004	24,183	7,274	20,188	6,967
11/01/2004	23,188	7,262	21,752	6,89
12/01/2004	22,561	7,23	19,842	6,792
13/01/2004	22,047	7,252	21,175	6,681
14/01/2004	21,142	7,246	21,524	6,398
15/01/2004	20,263	7,095	25,542	6,573
16/01/2004	20,044	7,259	29,717	6,496
17/01/2004	20,101	7,254	28,804	6,728
18/01/2004	20,369	7,292	31,15	6,748
19/01/2004	20,047	7,234	34,425	6,796
20/01/2004	19,467	7,28	32,146	6,719
21/01/2004	19,097	7,307	36,725	6,77
22/01/2004	18,188	7,372	34,738	6,758
23/01/2004	17,963	7,215	35,671	6,769
24/01/2004	17,85	7,253	33,843	6,588
25/01/2004	20,201	7,22	33,592	6,82
26/01/2004	22,75	7,31	37,221	6,865
27/01/2004	20,496	7,274	35,838	6,961
28/01/2004	18,382	7,299	28,546	6,867

ANEXO A.3

DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

302136

	Caudal (m ³ /s)	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxigeno (mg/L)
29/01/2004	17,691	7,381	23,154	6,915
30/01/2004	17,388	7,404	32,006	6,837
31/01/2004	16,731	7,399	32,5	6,643
01/02/2004	15,842	7,421	35,538	6,556
02/02/2004	15,819	7,321	54,508	6,61
03/02/2004	15,441	7,3	51,858	6,811
04/02/2004	15,349	7,227	45,695	6,61
05/02/2004	15,019	7,244	30,179	6,418
06/02/2004	14,253	7,192	30,992	6,24
07/02/2004	13,476	7,125	39,054	6,025
08/02/2004	13,535	7,119	68,038	6,18
09/02/2004	14,109	7,218	53,771	6,49
10/02/2004	13,99	7,314	48,033	6,466
11/02/2004	13,416	7,109	71,517	6,265
12/02/2004	12,882	7,109	56,267	6,139
13/02/2004	12,743	7,1	69,6	6,122
14/02/2004	12,506	7,018	98,117	6,378
15/02/2004	12,056	7,282	73,024	6,388
16/02/2004	13,238	7,222	89,808	6,388
17/02/2004	15,286	7,05	97,271	6,745
18/02/2004	14,022	6,995	94,183	6,745
19/02/2004	12,268	6,81	129,883	6,622
20/02/2004	11,692	6,933	129,017	6,314
21/02/2004	11,05	6,922	155,146	6,11
22/02/2004	10,852	6,823	167,829	5,908
23/02/2004	10,375	7,053	115,871	5,922
24/02/2004	10,583	7,003	103,192	5,863
25/02/2004	10,686	6,956	166,571	5,848
26/02/2004	10,773	7,032	143,408	6,086
27/02/2004	10,929	6,949	135,692	6,255
28/02/2004	10,686	6,956	132,671	6,318
29/02/2004	10,877	7,026	123,65	6,49
01/03/2004	13,476	7,015	112,792	6,537
02/03/2004	15,886	7,003	102,125	6,635
03/03/2004	19,591	7,099	85,813	6,753
04/03/2004	16,417	7,167	61,704	7,465
05/03/2004	13,852	7,151	60,446	8,205
06/03/2004	14,247	7,042	111,246	8,396
07/03/2004	14,685	7,006	89,692	8,588
08/03/2004	13,634	7,067	88,813	8,295
09/03/2004	12,645	7,123	98,554	8,306
10/03/2004	11,875	7,256	89,029	8,214
11/03/2004	11,465	7,057	88,217	8,193
12/03/2004	10,929	7,133	68,317	7,837
13/03/2004	11,067	7,14	101,338	7,86
14/03/2004	10,946	7,13	95,825	7,965
15/03/2004	11,2	7,223	67,876	8,374
16/03/2004	11,638	7,108	95,883	8,058
17/03/2004	12,585	7,058	104,6	8,516
18/03/2004	13,159	7,097	92,529	8,802
19/03/2004	12,085	6,947	118,121	8,845
20/03/2004	11,24	6,955	138,35	8,698
21/03/2004	10,981	6,953	129,4	8,681
22/03/2004	10,617	7,023	144,138	8,534

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

604590

002137

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
23/03/2004	10,427	6,9	145,279	8,75
24/03/2004	10,392	7,08	129,371	8,896
25/03/2004	10,017	7,008	65,433	8,875
29/03/2004	9,93	7,074	31,8	8,67
30/03/2004	10,721	7,165	152,204	8,946
31/03/2004	11,032	7,111	154,925	8,692
01/04/2004	12,17	7,177	96,325	8,453
02/04/2004	15,102	7,11	98,442	8,561
03/04/2004	38,337	7,016	48,071	8,445
04/04/2004	64,781	6,84	24,013	8,107
05/04/2004	37,844	6,828	25,083	8,01
06/04/2004	36,42	6,905	25,079	8,403
07/04/2004	40,053	6,955	25,192	8,623
08/04/2004	39,243	7,006	25,638	8,869
09/04/2004	35,207	7,018	31,354	9,13
10/04/2004	27,168	6,918	69,792	9,181
11/04/2004	25,213	6,996	73,442	8,532
12/04/2004	50,439	7,065	56,825	8,643
13/04/2004	66,497	6,939	39,263	8,699
14/04/2004	50,851	6,914	47,192	8,928
15/04/2004	41,617	6,948	53,329	9,268
16/04/2004	39,152	6,988	69,146	9,256
17/04/2004	41,712	6,976	66,971	9,25
18/04/2004	37,519	7,047	55,958	9,384
19/04/2004	34,649	7,066	67,288	9,633
20/04/2004	34,64	7,063	64,875	9,247
21/04/2004	56,954	7,002	45,896	9,205
22/04/2004	70,939	6,937	36,275	9,29
23/04/2004	57,212	6,997	30,921	9,501
24/04/2004	49,174	6,985	42,588	9,582
25/04/2004	43,207	7,01	47,05	9,915
26/04/2004	39,191	7,037	44,375	10,231
27/04/2004	36,683	7,03	52,6	10,207
28/04/2004	34,878	7,06	51,154	9,883
29/04/2004	33,488	7,129	50,55	9,996
30/04/2004	34,31	7,153	46,492	10,225
01/05/2004	35,791	7,13	42,829	9,817
02/05/2004	51,532	7,087	39,413	9,858
03/05/2004	45,936	7,051	39,479	9,983
04/05/2004	38,298	7,06	48,275	10,184
05/05/2004	35,051	7,062	58,224	10,211
06/05/2004	32,603	7,132	55,696	10,71
07/05/2004	31,07	7,146	31,833	10,682
08/05/2004	30,049	7,092	42,688	10,347
09/05/2004	29,382	7,095	64,2	10,19
10/05/2004	28,334	7,22	63,404	10,001
11/05/2004	27,254	7,182	71,208	9,906
12/05/2004	26,716	7,185	69,957	10,164
13/05/2004	26,096	7,113	69,179	10,369
14/05/2004	25,066	7,251	71,308	10,625
15/05/2004	24,495	7,292	73,662	10,677
16/05/2004	24,259	7,224	70,333	10,963
17/05/2004	23,389	7,089	31,704	10,662
18/05/2004	23,43	6,995	56,205	10,368

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

902138

	Caudal (m3/s)	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxigeno (mg/L)
19/05/2004	24,394	7,043	44,321	10,308
20/05/2004	23,048	7,129	46,436	9,928
21/05/2004	22,348	7,081	27,079	10,099
22/05/2004	21,812	7,27	64,4	10,152
23/05/2004	21,37	7,22	95,825	10,264
24/05/2004	20,964	7,319	95,708	10,149
25/05/2004	20,423	7,221	70,371	10,27
26/05/2004	20,133	7,165	76,146	10,452
27/05/2004	20,234	7,089	92,392	10,582
28/05/2004	19,891	6,802	209,775	9,753
29/05/2004	19,64	6,701	176,546	9,721
30/05/2004	19,443	6,22	165,533	9,481
31/05/2004	19,147		139,946	9,122
01/06/2004	19,221		158,988	8,671
02/06/2004	19,393		149,671	8,371
03/06/2004	19,568		146,404	7,993
04/06/2004	22,493		134,889	8,102
05/06/2004	26,953		123,683	8,108
06/06/2004	29,064		54,15	8,157
07/06/2004	26,554		108,704	8,04
08/06/2004	31,099		126,529	7,699
09/06/2004	66,075		73,438	7,341
10/06/2004	83,505		50,579	7,374
11/06/2004	56,619		69,758	7,483
12/06/2004	46,672		95,713	7,712
13/06/2004	42,523		98,479	7,886
14/06/2004	50,317		81,163	7,785
15/06/2004	101,554		48,442	7,595
16/06/2004	160,22		35,033	7,51
17/06/2004	115,826		70,171	7,249
18/06/2004	109,361		83,317	7,272
19/06/2004	133,81		50,092	7,416
20/06/2004	163,503		33,583	7,696
21/06/2004	159,677		30,992	7,573
22/06/2004	165,474		30,221	8,033
23/06/2004	227,267		18,254	8,631
24/06/2004	188,233		21,367	8,463
25/06/2004	179,533		18,729	8,729
26/06/2004	164,822		20,667	8,906
27/06/2004	180,238		16,356	8,834
28/06/2004	308,827		8,328	8,424
29/06/2004	463,99		4,2	9,095
30/06/2004	465,076		2,856	9,348
02/07/2004	719,639		0,082	9,044
03/07/2004	723,416		1,029	9,376
04/07/2004	571,431		3,062	9,116
05/07/2004	438,746		6,167	8,745
06/07/2004	320,825		11,914	8,961
07/07/2004	272,522		13,246	9,036
08/07/2004	231,333		15,229	9,345
09/07/2004	248,481		14,671	9,539
10/07/2004	226,068		12,77	9,664
11/07/2004	190,388		21,354	9,619
12/07/2004	226,534		15,738	9,561

000557

ANEXO A.3
DATOS CONTINUOS DGA. ESTACIÓN RUCACO

902139

	Caudal (m³/s)	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxigeno (mg/L)
13/07/2004	339,821		15,3	9,442
14/07/2004	365,403		15,313	9,44
15/07/2004	352,618		15,3	9,44
16/07/2004	306,252		15,3	9,44
17/07/2004	264,334		15,3	9,44
18/07/2004	235,843		15,3	9,44
19/07/2004	219,162		15,3	9,44
20/07/2004	209,284		15,3	9,44
09/04/2005	22,083	7,692	120,763	12,45
10/04/2005	20,152	7,598	140,542	12,396
11/04/2005	19,837	7,482	160,15	12,413
12/04/2005	20,002	7,626	169	12,633
13/04/2005	18,752	7,436	164,463	12,429
14/04/2005	17,987	7,501	171,121	12,175
15/04/2005	17,06	7,557	164,138	12,629
16/04/2005	16,509	7,495	181,942	12,867
17/04/2005	16,109	7,45	186,279	13,454
18/04/2005	15,642	7,477	187,6	13,829
19/04/2005	15,308	7,38	191,4	13,667
20/04/2005	15,219	7,451	196,375	13,417
21/04/2005	14,841	7,433	195,53	13,039
22/04/2005	14,25	7,58	175,204	12,946
23/04/2005	14,396	7,513	178,317	12,788
24/04/2005	15,108	7,389	200,904	12,275
Max	723,4	9,2	209,8	13,8
Min	9,9	6,2	0,1	5,3
Prom	82,2	7,1	41,8	8,1
p66	80,9	7,2	36,9	7,5

Superintendencia de Servicios Sanitarios

Moneda 673, Piso 7
Código Postal: 6500721
Teléfono: 382 4000
Fax: 382 4002 / 382 4003
Santiago, Chile.
e-mail: sis@sis.cl
<http://www.sis.cl>

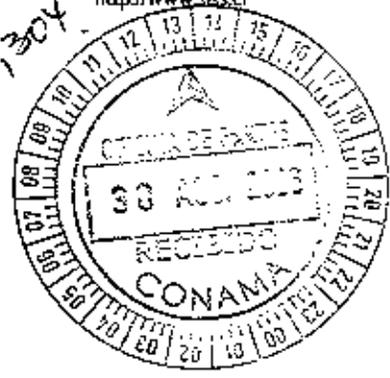
Oficina Concepción
Calle San Martín N° 880,
Block B - Oficina 103
Teléfono: (041) 214746
Fax: (041) 214880
Concepción, Chile.
e-mail: concepcion@sis.cl

Oficina Puerto Montt
Pedro Montt N° 72,
Piso 2 - Oficina 203
Teléfono: (065) 343900
Fax: (065) 343903
Puerto Montt, Chile.
e-mail: ptmontt@sis.cl

002140



161304



1594

ORD. N° _____ /

ANT.: Res. Exenta CONAMA N°1536 de fecha 27.06.06

MAT.: Observaciones a Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Cruces

INCL.: Minuta con observaciones

SANTIAGO,

30 AGO 2006

DE : SUPERINTENDENTA DE SERVICIOS SANITARIOS

A : SRA. ANA LYA URIARTE RODRÍGUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA CONAMA

1. Esta Superintendencia, en conformidad al artículo N° 20 del DS SEGPRES N° 93/95, "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión", ha revisado el "Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Cruces", aprobado y sometido a consulta pública por Resolución N° 1536/27.06.06 de CONAMA, publicado en el Diario Oficial el día 01.07.06.
2. Al respecto, adjunto Minuta con comentarios y observaciones de esta SISS, que solicito a Ud. considerar en el proceso de elaboración del proyecto definitivo de esta norma.

Saluda atentamente a Ud

[Handwritten signature]
DP/ANCR

DISTRIBUCION:

- Sra. Directora Ejecutiva CONAMA
- Dirección Regional CONAMA Décima Región
- Fiscalía
- Oficina de Partes

#3757

[Handwritten signature]

MAGALY ESPINOSA SARRIA
Superintendente de Servicios Sanitarios
Suplente

**SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS
FISCALÍA**

Ncr/ma/Cruces/ObservSissAnteproy170806

902141

MINUTA**NORMA SECUNDARIA RÍO CRUCES****Observaciones anteproyecto**

De la revisión del anteproyecto de la "Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Maipo", se tiene los comentarios que se detalla:

1. Objetivos y ámbito de aplicación

Con el propósito de aclarar el ámbito de aplicación de la norma, en el artículo 2º se sugiere eliminar el segundo párrafo y complementar el primer párrafo, según se indica en negrita:

"...de la estación DGA río Cruces en Cahuincura, excluyendo el santuario de la naturaleza Carlos Anwandter, ríos y esteros que sean afluentes del río Cruces".

2. Definiciones**1. Aguas continentales superficiales**

Se estima que la definición debe ser coherente con el ámbito de aplicación de la norma, para lo que se propone:

"Son las aguas terrestres que se encuentran naturalmente a la vista del hombre y escurren por cauces naturales".

7. Humedal

No obstante que la definición incluida en el anteproyecto correspondería a la establecida por el Convenio Ramsar, se observa que esta es de carácter muy general e incluiría cualquier cuerpo de agua con profundidad inferior a 6m. Se considera necesario modificarla incorporando características específicas del santuario Carlos Anwandter y/o relacionadas con la cuenca del Cruces.

11. Programa de vigilancia

Se sugiere precisar alcance de la definición con nueva redacción: "Programa de monitoreo sistemático destinado a medir y evaluar la calidad de las aguas en las áreas de vigilancia en un período de tiempo determinado".

3. Niveles de calidad ambiental por áreas de vigilancia

- (i) En general, se comparte la identificación de las áreas de vigilancia, RC 10 y RC 20, que propone el anteproyecto. Con el fin de ubicar correctamente los límites de estas áreas, se solicita incorporar al documento de la norma un plano de la cuenca del río indicando sus coordenadas y límites.
- (ii) En atención a que la información disponible de calidad de agua corresponde casi exclusivamente sólo a la base de datos de la estación DGA en Rucaco, lo que ha implicado que el anteproyecto contemple los mismos parámetros y valores para las dos áreas, es conveniente que la identificación de estos parámetros y sus valores consideren esta situación de restricción, para lo que se sugiere:

- Incorporación del arsénico.

Según se informó por oficio SISS N°1066/16.05.06 y en coincidencia con lo propuesto por CONAMA en oficio Ord. D.E. N° 061295/10.05.06, se considera innecesario incluir este parámetro en la norma, considerando que todas las mediciones de la base de datos DGA tienen como resultado valores inferiores al límite de detección de la metodología analítica (<0.001 mg/l) utilizada.

Lo anterior, además es consistente con el criterio de no normar aquellos parámetros cuyas mediciones nunca han excedido los límites de la Clase Excepción de la Guía Conama, señalado en el estudio DGA elaborado por Cade IDP y adoptado en otros procesos de normas secundarias,

- Valor límite DQO

El anteproyecto propone un valor límite de 35 mg/l, que correspondería a la tendencia histórica de la base DGA, de la que se eliminaron los valores de las puntas superiores pero se mantuvo los valores de las puntas inferiores.

Del análisis de la base DGA se observa que esta contiene sólo 29 mediciones entre los años 1996-04 sin representación homogénea de todos los periodos estacionales del año; esta limitación de información no hace recomendable eliminar valores punta, por cuanto no hay certeza que estos registros no correspondan a eventos naturales de la cuenca.

Por otra parte, la proposición de un límite de 35 mg/l, implica declaración de situación de latencia ($35 \times 0.8 = 28$ mg/l) para los percentiles 66% calculados con los registros de los años 98-99 y 99-00.

En consecuencia, conforme a lo señalado e informado a CONAMA por Oficio SISS N° 1066/06, esta SISS estima necesario que la norma considere los resguardos necesarios para evitar futuras declaraciones de situaciones de latencia y/o saturación, para lo que sugiere adoptar un valor no inferior a 42 mg/l, cuyo 80% es equivalente al percentil 66% calculado para los años 98-99 ($42 \times 0.8 = 33.6$).

4. Bioindicadores

En el artículo 6° se señala que los bioensayos y los bioindicadores podrán ser utilizados como herramientas complementarias para determinar los impactos producidos sobre las comunidades acuáticas y calidad del agua. Este artículo se considera incompleto, por cuanto adicionalmente se debería especificar los tipos de bioindicadores a considerar y los límites que deberán cumplirse.

5. Programa de vigilancia

Considerando que a partir de los resultados de los monitoreos del Programa de Vigilancia corresponderá evaluar el cumplimiento o no cumplimiento de la norma, se estima necesario explicitar en el artículo 7° la frecuencia mínima de muestreo de control de los parámetros y su distribución estacional.

Además, en atención a que debe existir coherencia entre las mediciones de la base de datos con que se ha elaborado la norma y el control futuro según el Programa de Vigilancia, también se debe explicitar en el texto de la norma, en este artículo o en uno específico, que los puntos de control para verificar el cumplimiento de la norma deben corresponder a los mismos considerados en esta base de datos (línea base).

Por otra parte, al definir los parámetros adicionales a monitorear con el propósito de generar información para una futura revisión de la norma, se sugiere considerar aquellos controlados periódicamente por los responsables de descargas de riles y que presentan mediciones detectables en el río.

6. Metodologías de muestreo y análisis

La metodología de muestreo a que alude el artículo 8° es de orden general. Se estima conveniente considerar la actualización de esta norma a la brevedad y en el intertanto considerar a lo menos, instruir las condiciones específicas para el muestreo en cada punto de control.

En cuanto a las metodologías a que alude el artículo 9°, se consideran restrictivas, dado que dichas metodologías deben seleccionarse fundadamente según los niveles de concentración del parámetro regulado, las interferencias del método, la eventual presencia de esos elementos en las aguas del río y las características de desempeño analítico exigibles a tales métodos; no se entiende la razón por la cual a priori, sin conocer estas características la Resolución que apruebe el Programa de Vigilancia limita tales metodologías

Por otra parte, se estima conveniente considerar las metodologías de análisis de la serie de normas NCh 2313 "Aguas residuales. Métodos de análisis", las que aún cuando han sido desarrolladas para analizar otro tipo de matriz, ello no obsta a que si los niveles de concentración del parámetro regulado y las interferencias del método son compatibles con las aguas del río, sea factible su uso. Metodologías de análisis comunes para la fuente de emisión de aguas residuales y el cuerpo receptor permite comparar resultados analíticos de calidad de aguas; en forma

complementaria, cuando las condiciones antes señaladas no se cumplen, podría definirse las metodologías adecuadas para analizar las muestras de aguas del río.

7. Cumplimiento y excedencias

Se señala que el cumplimiento de la norma se verificará, para cada elemento o compuesto, con el percentil 66% de las muestras de 2 años consecutivos. Al respecto, es necesario precisar en este artículo 11°, o en el 7° que se refiere al programa de vigilancia, que sólo la primera verificación de cumplimiento de la norma corresponderá realizarla a los dos o tres años desde el inicio de su vigencia y que posteriormente su cumplimiento deberá verificarse anualmente, para lo que se considerará los resultados de las muestras de los últimos dos o tres años.

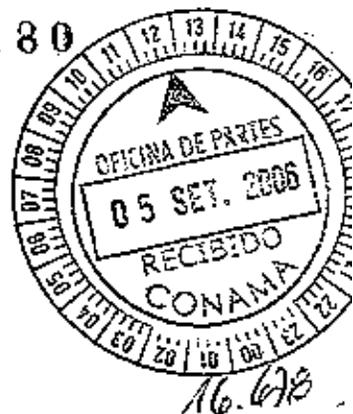
8. Informe de calidad

Respecto al "Informe sobre el estado de la calidad de las aguas" que corresponderá elaborar a las autoridades competentes coordinadas por CONAMA, según indica el artículo 15°, falta señalar la periodicidad y fecha en que este(os) informe(s) estará(n) disponible(s) para conocimiento público.

Santiago, 28 agosto 2006

MEMORÁNDUM CC-X N° 14

0180



A : SR. JORGE TRONCOSO C.
 JEFE DEPARTAMENTO DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
 CONAMA REGIÓN DE LOS LAGOS

DE : SIBEL VILLALOBOS V.
 DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
 CONAMA REGIÓN DE LOS LAGOS

REF : SOLICITA VISTO BUENO PARA REEMBOLSO DE PASAJES TERRESTRES

PUERTO MONTT, 04 SEP 2006

Estimado Sr. Troncoso:

Por medio de la presente comunicación, hago llegar a Ud. los documentos recibidos en la Dirección regional de CONAMA en el periodo de consulta pública de la NSCA para la Protección de las Aguas del Río Cruces. Estos documentos corresponden a las observaciones al Anteproyecto enviadas por Acción Por los Cisnes (N° Folio 21998), CORMA (Folios N° 22041, 22038), Celulosa Arauco y Constitución (N° Folio 22039), Universidad Austral de Chile (N° Folio 22006), María Paz Villalobos Silva (N° Folio 22040) y CONAF (Folios N° 22043 y 22079).

Se envían los documentos en original para que sean incorporados al Expediente Público y analizadas junto con las demás observaciones.

Sin otro particular, le saluda atentamente.

SIBEL VILLALOBOS V.
 Departamento de Control de la Contaminación
 CONAMA Región de Los Lagos

SVV/svv
 Distribución:
 Destinatario
 Archivo Control de la Contaminación Hídrica
 Archivo CONAMA

302146

RECEIVED 3 AGO 2006
 PATRICIO GALERDO ALARCON
 COMISION NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE
 DECIMA REGION DE LOS LAGOS

000599

Valdivia, lunes 28 de agosto de 2006

Señora
 Ana Lya Uriarte
 Directora Ejecutiva
 CONAMA
PRESENTE

Señora Directora Ejecutiva:

El presente documento tiene por motivo hacer llegar a usted la posición del movimiento ciudadano Acción por los Cisnes en relación al Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Cruces (en adelante, Anteproyecto), cuya elaboración ha estado a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que usted dirige.

Cabe recordar que dicha Norma fue priorizada por la CONAMA en noviembre del 2004, como una de las medidas tendientes a detener y revertir el desastre ecológico causado desde comienzos del mismo año en el Santuario del Río Cruces por las descargas de la Planta de Celulosa Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución (CELCO)¹. Así lo expresó en su momento la entonces Directora Ejecutiva de la CONAMA, Paulina Saball, quien se comprometió con la ciudadanía de Valdivia para la pronta elaboración e implementación de la mencionada Norma Secundaria del Río Cruces asegurando que con ello se garantizaría la recuperación de la calidad ambiental del Santuario.

Con posterioridad, la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Décima Región (COREMA X) incluyó la dictación de la Norma Secundaria del Río Cruces entre las medidas contempladas por la Resolución Exenta N°377 del 6 de junio de 2005 para la recuperación del daño ambiental causado por CELCO en el Santuario. De forma consistente, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) también incluyó la Norma Secundaria del Río Cruces entre las medidas consideradas por el Plan Integral para la Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces (PIG), de agosto de 2005, documento cuya elaboración fue establecida por la Resolución Exenta N°377 de la COREMA X.

Todas estas resoluciones, iniciativas y declaraciones, emanadas de los organismos y autoridades ambientales, apuntan a señalar claramente que la elaboración de la Norma Secundaria del Río Cruces tiene como uno de sus principales propósitos contribuir a la recuperación del ecosistema del humedal del Río Cruces, tan gravemente dañado desde febrero del 2004 a la fecha, es decir, durante dos años y medio, por la operación industrial de CELCO. Dicho propósito está recogido por el propio Anteproyecto, elaborado por la CONAMA, el que textualmente indica que su objetivo primordial es "(...) proteger, mantener o recuperar la calidad del cuerpo de agua del Río Cruces que la sociedad quiere que se proteja, mantenga o recupere, 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" (Título I, Artículo 1,

¹ Cfr. Noveno Programa Priorizado de Normas 2004/2005. CONAMA.

OF. PARTES GOBIERNO 10a. REGION	
Nº Folio	21998
Derivado A:	SUV

Párrafo 2). Concordantemente con ello, el Anteproyecto reconoce que "el Río Cruces tuvo históricamente y hasta épocas recientes una muy buena calidad ambiental, por lo que el objetivo primordial de esta norma es la conservación de dicha calidad", agregando que "las normas secundarias de calidad ambiental permitirán la protección y conservación de la calidad de las aguas del Río Cruces e impedirán su deterioro futuro" (Título I, Artículo 1, Párrafo 3). Es por ello que el Anteproyecto establece que, aunque no es su propósito principal, busca contribuir "(...) a la protección del Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter" (Capítulo Antecedentes Generales, Párrafo 7).

Estos objetivos expresados por el Anteproyecto son concordantes con lo establecido por el Decreto Supremo 93 de 1995 (MINSEGPRES), que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Dicho Reglamento señala expresamente que para establecer las normas secundarias de calidad ambiental "deberá considerarse el sistema global del medio ambiente" (Artículo 30). Asimismo, entre los criterios que el referido Reglamento menciona para ser tenidos en cuenta en el proceso de elaboración de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental destacan los siguientes (Artículo 31):

- La 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.
- La alteración de los componentes ambientales que son materia de utilización por poblaciones locales.
- La degradación significativa de monumentos nacionales, sitios con valor antropológico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

No obstante lo hasta aquí señalado, resulta evidente que EL ANTEPROYECTO ELABORADO POR LA CONAMA ES ESENCIALMENTE CONTRADICTORIO CON LOS PROPÓSITOS GENERALES QUE LOS RESPECTIVOS CUERPOS LEGALES Y REGLAMENTOS ESTABLECEN para las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, así como con lo señalado oficialmente por las autoridades y organismos públicos competentes en relación a su propósito específico en el contexto del desastre del Santuario del Río Cruces. Más aún, EL ENFOQUE Y NIVELES DE LOS PARÁMETROS CONTENIDOS EN EL ANTEPROYECTO RESULTAN TOTALMENTE CONTRADICTORIOS CON LOS OBJETIVOS QUE EL MISMO ANTEPROYECTO ESTABLECE en su Artículo 1, antes citado.

A continuación se enumeran las principales críticas de Acción por los Cisnes al Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Cruces:

1. El Anteproyecto omite por completo que el Río Cruces forma parte de un sistema ecológico e hidrológico integral, y que la cuenca a la cual pertenece está formada por diferentes cuerpos receptores asociados entre sí, los que no pueden considerarse por separado.

El Anteproyecto señala que "las normas de calidad secundaria aquí contenidas no serán aplicables a las aguas del Santuario de la Naturaleza por tratarse éste de un sistema estuarino afecto a características y dinámica propias, distintas de las del río Cruces".

No es posible, como pretende la CONAMA delimitar y dissociar al Río Cruces y al humedal del Río Cruces o Santuario. Al dividir ambos y referirse sólo al tramo del Río Cruces desde su nacimiento hasta dos kilómetros aguas abajo del sector Cabuincuray, el Anteproyecto excluye al humedal, que es el principal cuerpo receptor aguas abajo del tramo normado. Es decir, que el tramo del Río Cruces normado por el Anteproyecto actúa como "aportante" de cargas contaminantes al humedal, que corresponde al cuerpo de aguas "receptor". Esta relación entre el Río Cruces y el humedal o Santuario es de tal relevancia que no puede ser obviada como lo ha hecho la CONAMA, omitiendo las características hidrodinámicas y las calidades de agua asociadas a ellas, lo que determina que LAS DESCARGAS REGULADAS EN EL RÍO CRUCES POR EL ANTEPROYECTO OCASIONARÁN AGUAS ABAJO IMPACTOS AMBIENTALES TANTO O MÁS GRAVES QUE LOS YA OCURRIDOS COMO RESULTADO DE LOS DESECHOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS DE CELCO.

Fue justamente por ello que la propia CONAMA encargó el estudio científico-técnico "Modelamiento hidrodinámico del sistema estuarial de los ríos Valdivia, Cruces y Calle-Calle", el que de acuerdo a lo informado por la propia CONAMA² así a la mencionada Resolución Exenta N°377, debió ser un insumo fundamental para la elaboración del Anteproyecto. Esta grave omisión ocurre con dos agravantes. La primera es que tanto la CONAMA como la COREMA X han señalado, como se dijo, que la Norma Secundaria del Río Cruces contribuiría a recuperar la calidad ambiental del Santuario, lo que evidentemente no se cumple al excluir al humedal. Y, la segunda es que la misma omisión de la hidrodinámica del Río Cruces y del Santuario fue la causa detrás de los graves errores de la evaluación ambiental conducida por CONAMA X y que culminó con la aprobación de la Planta de CELCO en 1998. Ello no obstante los enormes vacíos de la línea base del ecosistema del humedal constatados por los propios servicios públicos y que llevaron al Comité Técnico de la COREMA X a recomendar que dicha industria no fuera autorizada³.

El reduccionismo ecológico del Anteproyecto es tal, que ni siquiera considera un aspecto hidrodinámico tan elemental como la variabilidad estacional del caudal del Río Cruces. En el tramo del Río Cruces considerado por el Anteproyecto, el caudal varía desde un promedio mensual de $15 \text{ m}^3/\text{s}$ a un máximo de $215,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Pero el Anteproyecto sólo considera un promedio de $92 \text{ m}^3/\text{s}$ sin tener en cuenta las diferencias de carga neta para los diversos parámetros normados, como efecto de la variabilidad del caudal.

En conclusión, resulta inaceptable en términos ecológicos e hidrodinámicos que la CONAMA señale en el Anteproyecto que "espera en un futuro cercano dar inicio al proceso de dictación de la norma secundaria de calidad de la cuenca del río Valdivia en donde se abordará el humedal". Ello constituye un reduccionismo inconcebible de parte del organismo responsable de elaborar y reglamentar las normas ambientales del país. De no ser reparado este error, la CONAMA estaría incurriendo en una negligencia con serias implicancias legales.

² Ver, por ejemplo, Boletín Informativo N°1 de CONAMA X sobre el programa de recuperación del Santuario del Río Cruces, de octubre de 2005.

³ Informe de Calificación Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de CELCO, 30 de enero de 1996. CONAMA X. Puerto Montt.

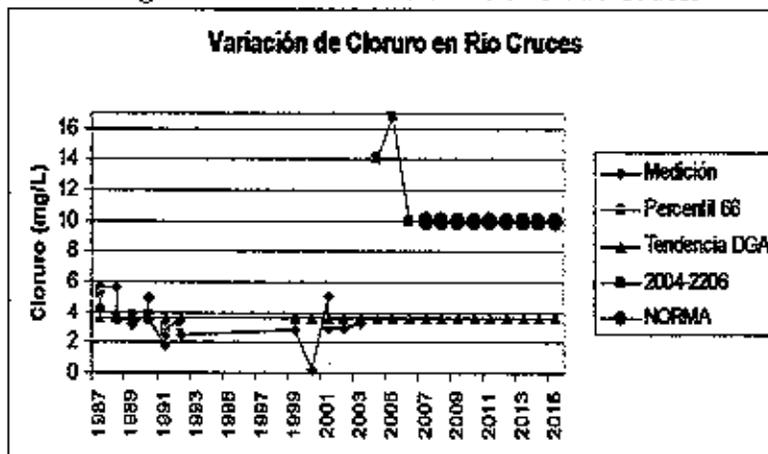
2. El Anteproyecto autoriza cargas que superan con mucho los niveles históricos medidos en el Río Cruces, y cuyos efectos ambientales negativos en el Santuario son ya conocidos y han sido demostrado por estudios e informes oficiales contratados por la propia CONAMA.

Los niveles de los diversos parámetros propuestos por el Anteproyecto superan en muchos casos con creces los niveles registrados a partir de 1987 por la DGA o medidos por otras fuentes independientes, tales como CELCO, a contar de 1995. Ello contraviene esencialmente el propósito que el propio Anteproyecto establece en su Artículo 1, relativo a mantener y recuperar la calidad del agua que el Río Cruces ha mostrado históricamente.

Pero LO MÁS GRAVE ES QUE EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS LOS NIVELES PROPUESTOS POR EL ANTEPROYECTO, MUY POR ENCIMA LOS NIVELES HISTÓRICOS DEL RÍO CRUCES, PARECEN ESTAR DISEÑADOS A LA MEDIDA DE LAS DESCARGAS DE LA PLANTA DE CELCO, LO QUE COMPROMETERÍA ÉTICAMENTE LA FUNCIÓN DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL.

Específicamente, en el caso de los Cloruros, por ejemplo, y según muestra la Figura 1, los niveles históricos de concentración de este parámetro registrados por la DGA muestran una tendencia histórica promedio en torno a los 4 mg/L, con un mínimo de 0 mg/L y un máximo de 6 mg/L. No obstante, el Anteproyecto de CONAMA propone una concentración de 10 mg/L, que coincide precisamente con el nivel más bajo medido aguas abajo de la descarga de CELCO para el año 2006. Cabe recordar que CELCO nunca declaró que descargaría este compuesto en el efuente de su Planta y que, no obstante, lo estuvo vertiendo en grandes cantidades sin que los impactos ambientales de la carga resultante en el ecosistema del humedal hayan sido a la fecha evaluados.

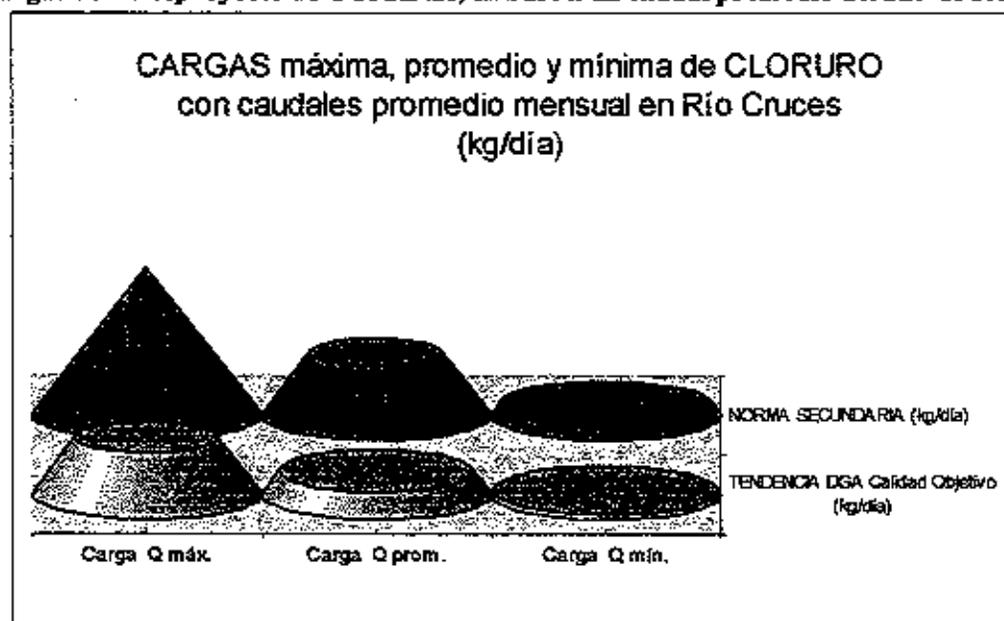
Figura 1: Variación de Cloruro en el Río Cruces



Fuentes: a) Dirección General de Aguas. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: Cuenca del Río Valdivia. Ministerio de Obras Públicas/CADE-IDEPE. Diciembre. b) CELCO: estudio de línea de base del Río Cruces y del Santuario (1995-2002) y monitoreo de los impactos de la Planta Valdivia en el Río Cruces y el Santuario (2004-2006).

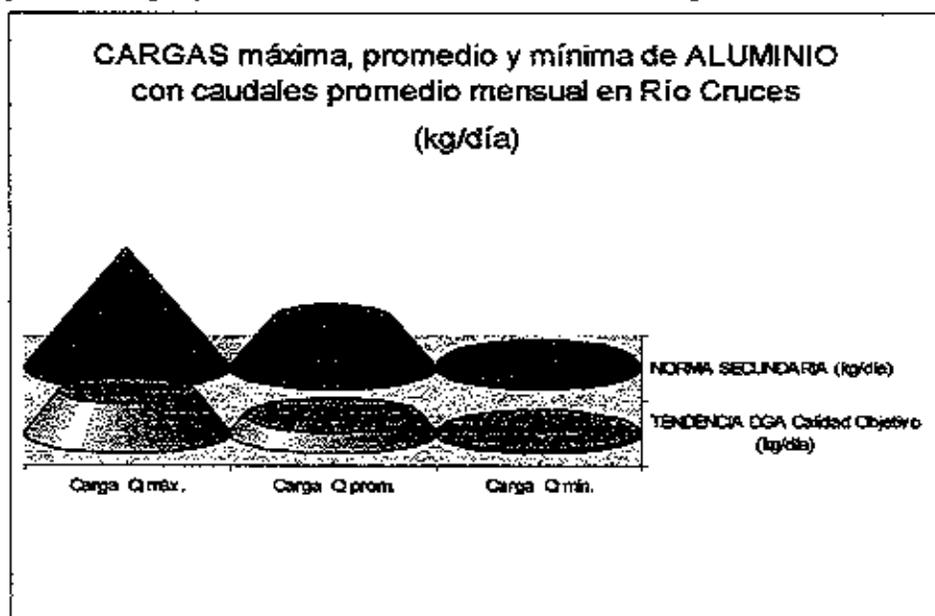
En términos de las cargas que se desprenden de los niveles de Cloruro propuestos por el Anteproyecto de CONAMA, tal como muestra la Figura 2, las cargas diarias promedio que se inferen de la tendencia medida por la DGA equivalen a alrededor de 30 toneladas diarias de Cloruro, con un mínimo de cerca de 5 toneladas diarias y un máximo de alrededor de 71 toneladas diarias. **De aplicarse los niveles de concentración propuestos por CONAMA en el Anteproyecto, las cargas promedio de Cloruros en el Río Cruces podrían llegar a las 79,5 toneladas diarias, con un mínimo de 13 toneladas diarias y un máximo de 186,5 toneladas por día. ES DECIR, EN TODOS LOS CASOS, LAS CARGAS DIARIAS DE CLORURO MÁS QUE SE DUPLICARÁN EN RELACIÓN A LOS NIVELES HISTÓRICOS DEL RÍO CRUCES.**

Figura 2: Cargas históricas promedio, máxima y mínima de Cloruro comparadas con las cargas del Anteproyecto de CONAMA, en base a un caudal promedio del Río Cruces



En el caso del Aluminio, los niveles históricos de concentración de este parámetro registrados por la DGA muestran una tendencia histórica promedio en torno a los 0,35 mg/L. No obstante, el Anteproyecto de CONAMA propone una concentración de 1 mg/L.

Figura 3: Cargas históricas promedio, máxima y mínima de Aluminio comparadas con las cargas del Anteproyecto de CONAMA, en base a un caudal promedio del Río Cruces



En términos de las cargas que se desprenden de la concentración de Aluminio propuesta por el Anteproyecto de CONAMA, tal como muestra la Figura 3, las cargas diarias promedio que se infieren de la tendencia medida por la DGA equivalen a alrededor de 2 mil 782 kilos diarios, con un mínimo de 454 kilos diarios y un máximo de alrededor de 6 mil 526 kilos diarios. De aplicarse los niveles de concentración propuestos por CONAMA en el Anteproyecto, las cargas promedio de Aluminio en el Río Cruces podrían llegar a los 7 mil 949 kilos diarios, con un mínimo de mil 296 kilos diarios y un máximo de 18 mil 655 kilos por día.

Cabe recordar que CELCO nunca declaró que descargaría Aluminio al Río Cruces. No obstante ello, CELCO estuvo vertiendo a través del efluente de su Planta de Celulosa hasta al menos 470 kilos diarios de Aluminio, de acuerdo a la medición continua realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), entre el 23 y el 24 de diciembre del 2004⁴. Diversos informes y estudios oficiales, contratados por la propia CONAMA, apuntan al Sulfato y al Aluminio como los compuestos "llave" del desastre del Santuario. Pero la COREMA X autorizó a CELCO, al margen del procedimiento legal de autorización ambiental, a descargar un máximo de 120 kilos diarios de Aluminio al Río Cruces. El nivel de Aluminio contemplado por el Anteproyecto permitiría a CELCO volver a descargar los 470 kilos medidos por la SISS a fines del año 2004 y directamente asociados a los impactos ocurridos en el Santuario. No sólo eso: EL ANTEPROYECTO PERMITIRÍA QUE EL EQUIVALENTE A OTRAS DOS

⁴ Ordinario 505 de la SISS del 24 de marzo de 2005 dirigido a la Gerencia de la Planta de CELCO y con copia a CONAMA X en que informa la presencia de insumos activos en los RILES de la Planta detectados en el muestreo del 22 y 23 de diciembre del 2004 y la superación del límite máximo de varios parámetros, en particular Aluminio, Sulfatos y Manganeso.

DESCARGAS SIMILARES A LA QUE CELCO ESTUVO VERTIENDO HASTA JUNIO DEL 2005 (EN TORNO A MEDIA TONELADA DIARIA DE ALUMINIO) SE INSTALARAN EN EL RÍO CRUCES. Ello resulta a todas luces completamente inconsistente con el propósito que la Norma Secundaria supuestamente persigue.

En el caso de los Sulfatos, el Anteproyecto propone una concentración de 10 mg/L, siendo que el promedio histórico registrado por la DGA es de 0,74 mg/L. Si se estiman las cargas mensuales de acuerdo al nivel autorizado por el Anteproyecto y a los caudales promedio del Río Cruces, se tiene que el aporte neto de Sulfatos como efecto de la Norma Secundaria del Río Cruces podría aumentar desde las 2 mil toneladas anuales a las 27 mil 600 toneladas anuales, lo que equivale a un aumento del 1351%, según muestra la Tabla 1:

Tabla 1: Comparación entre las cargas mensuales históricas de Sulfatos en el Río Cruces y las cargas propuestas por el Anteproyecto, en base al caudal mensual promedio

Mes	Nivel Histórico (ton/mes)	Nivel Anteproyecto (ton/mes)	Diferencia de Carga Neta (ton/mes)
Enero	45,4	613,4	568,0
Febrero	30,1	406,4	376,4
Marzo	29,7	401,8	372,0
Abril	49,3	666,1	616,8
Mayo	179,6	2.426,6	2.247,1
Junio	349,1	4.717,4	4.368,3
Julio	427,7	5.780,0	5.352,3
Agosto	348,4	4.708,6	4.360,2
Septiembre	233,8	3.159,6	2.925,8
Octubre	176,0	2.378,4	2.202,4
Noviembre	106,8	1.443,7	1.336,9
Diciembre	72,9	985,7	912,7
Total carga anual	2.048,9	27.687,8	25.638,9
	Variación anual	1.351%	1.251%

ESTE AUMENTO EVIDENTE Y GIGANTESCO DE LAS CARGAS DE SULFATOS EN EL RÍO CRUCES QUE OCURRIRÍAN DE APLICARSE LO QUE PROPONE EL ANTEPROYECTO, NO SÓLO NO SE BASA EN NINGÚN ANÁLISIS TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE EL ECOSISTEMA SINO QUE CONTRADICE ABIERTAMENTE TODA LA EVIDENCIA DISPONIBLE A LA FECHA RESPECTO DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA DESCARGA DE SULFATOS DESDE LA PLANTA DE CELULOSA DE CELCO Y LA MUERTE DE LA PLANTA ACUÁTICA LUCHECILLO, aportados desde hace más de un año en la "hipótesis industrial" sólidamente expuesta en el informe científico de la Universidad Austral de Chile (UACH), contratado por la propia CONAMA. Por ello resulta inaceptable que la CONAMA fundamente el nivel máximo de Sulfatos propuesto para el Río Cruces con el argumento de que éste es muy inferior a los 120 mg/L contemplados por la Guía para la Elaboración de Normas de Calidad Secundaria para cuerpos de aguas considerados en la "Clase de Excepción" y que, basándose en dicha Guía asuma que el valor norma propuesto para Sulfatos "no representa riesgo para el medio ambiente" (sic).

Respecto del origen de los Sulfatos en el Río Cruces, diversas fuentes oficiales, incluyendo el estudio de la UACH así como otros informes y consultorías contratadas por la propia CONAMA, han determinado con claridad que este compuesto proviene casi exclusivamente de la Planta de CELCO, entre las que destacan, por ejemplo, las siguientes:

- a) El informe final del consultor Claudio Zaror, "Apoyo al análisis de fuentes de emisión de gran magnitud y su influencia sobre los ecosistemas de la subcuenca del Río Cruces" (marzo de 2005), contratado por CONAMA, sistematiza los resultados de los informes trimestrales de monitoreo de CELCO e identifica la ocurrencia de descargas tóxicas al Río Cruces provenientes de la Planta de CELCO. Entre las principales conclusiones, el consultor Zaror sostiene que "la descarga de efluentes de la Planta Valdivia resulta en un incremento de la conductividad eléctrica y de las concentraciones de sulfato, sodio y AOX en las estaciones E2 y E3, comparadas con los valores de la estación E1 (aguas arriba de las descargas), y con los de la Línea de Base y de 2002-3" (pag. 3). El consultor agrega que "estos incrementos son atribuibles a los efluentes de la Planta, ya que son componentes característicos de la producción de celulosa kraft blanca" (pag. 11). En particular, Zaror señala que "los muestreos trimestrales de Julio, Octubre y Diciembre de 2004 mostraron un incremento de la concentración de sulfato aguas abajo de las descargas de la Planta, alcanzando valores de hasta 15 ppm" (pag. 13). Se adjunta informe final de Claudio Zaror.
- b) El informe final del estudio contratado por la CONAMA a la UACH, de abril del 2005, determinó que, en base a los informes de monitoreo realizados por CELCO, era posible concluir un evidente incremento de las concentraciones y cargas de diferentes parámetros entre las Estaciones de monitoreo E1 (antes de la descarga de CELCO al Río Cruces) y E2 (después de la descarga), para el período de abril a diciembre del 2004. Específicamente, el informe de la UACH estableció en relación a los sulfatos que su concentración aumentó de <0,5 mg/L aguas arriba de la Planta (casi inexistentes) a 8,83 mg/L, aguas abajo, en promedio. En Diciembre de 2004 su concentración llegó a 15 mg/L, aguas abajo de la Planta (aguas arriba en la misma fecha el valor fue de <0,5 mg/L). El aporte promedio de cargas netas fue de 39,1 ton/día. En julio de 2004 dicho aporte fue de 47,2 ton/día. La elevada presencia de Sulfatos en el Río Cruces, aguas abajo de la Planta, fue atribuida por el estudio de la UACH a la sobredosificación de Sulfato de Aluminio en el tratamiento terciario de los RILES de CELCO. Cabe recordar que ni los Sulfatos ni el Aluminio fueron monitoreados en los RILES de la Planta, lo mismo que el Manganeseo y los Cloruros, por no haberlos declarado CELCO en el respectivo EIA.
- c) El informe preparado por los consultores Walter Di Marzio y Rob McInnes "Informe de Misión Santuario Carlos Anwandter (Río Cruces), Chile", de junio de 2005, contratado por el Gobierno de Chile, identifica como una de las posibles causas del daño ambiental la "descarga de efluentes de la planta CELCO que causa introducción de sulfatos de fuente puntual" (Tabla 3, pag. 9). Los consultores señalan que "De los datos que pudimos analizar y discutir, durante la estadía en Valdivia, los cálculos de aporte en Sulfatos (40 tn/día) por parte de la empresa Celco y la aparición de aluminio en los

sedimentos, fueron sin dudas uno de los aspectos más llamativos. Más aún si la empresa utiliza sulfato de aluminio en su tratamiento terciario" (pag. 52). Y agregan que "como pudimos ver durante nuestra visita a la planta de tratamiento de efluentes, específicamente los clarificadores del tratamiento terciario estaban desbordados de floculos formados por la adición de sulfato de aluminio. Desborde que termina generando pérdida de los mismos con el efluente y posiblemente de sulfato de aluminio que aún no actúa" (pag. 53). Y que "en cuanto al sulfato de aluminio, se sabe muy bien que la formación de los dímeros de aluminio al actuar como coagulante, consume alcalinidad, pudiendo reducir el pH del agua. Se obtiene un precipitado gelatinoso que arrastra el material en suspensión" (pag. 53). Se adjunta informe de consultores Ramsar.

- d) Las mediciones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), realizadas en el marco del proceso de entrada en vigencia del DS 90/2000 MINSEGPRES que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a descargas de RILES a aguas marinas y continentales superficiales (ríos, lagos y mar)⁵. Específicamente, la medición continua de 24 horas realizada por la SISS entre el 23 y el 24 de diciembre de 2004 detectó una concentración de 1.027 mg/L de Sulfatos, lo que sobrepasa el límite máximo establecido en Tabla 1 del DS 90/2000, y equivale a 59 toneladas diarias de Sulfato descargadas al Río Cruces en los RILES de la Planta de CELCO.
- e) Informe de la Brigada Investigadora de Delitos del Medioambiente y Patrimonio Cultural, de la Policía de Investigaciones, de noviembre del 2005, que concluyó que de acuerdo la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°279 entregada a la Planta de CELCO en 1998, ésta no consideró la descarga del Sulfatos o Aluminio al Río Cruces. La RCA afirmaba que el 100% de los residuos del uso del Sulfato de Aluminio serían retenidos como lodos y dispuestos en el relleno de lodos. Por ello, la RCA tampoco exigió que los Sulfatos y el Aluminio fueran monitoreados en los RILES de la Planta. Se supuso que existiría un 100% de eficiencia en el sistema de tratamiento terciario de RILES, lo cual desde el punto de vista de la ingeniería es imposible. Por otra parte, y de acuerdo a los consumos establecidos por CELCO en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental⁶ y a la producción diaria informada por la Planta para el año 2004, el consumo total de Sulfato de Aluminio no fue de 6.454,64 toneladas diarias, como debió ocurrir, sino de al menos 9.660 toneladas diarias (22,45 kg/ADt vs los 15 kg/ADt de la RCA). En conclusión, la Planta de CELCO sobredosificó el Sulfato de Aluminio en al menos 10 ton/d, lo que se reflejaría en la cantidad de Aluminio descargada al Río Cruces. Esto equivale a una sobredosis de Sulfato Aluminio de 291,4 ton/mes en promedio, es decir, de aproximadamente 10 ton/día de sobredosificación (7,45 kg de Sulfato Aluminio más por cada ADt), o 49,66% más de lo autorizado ambientalmente en la RCA, lo que no fue informado por CELCO. Si se toma lo declarado por CELCO en el "Proyecto de Fabricación de Sulfato de Aluminio"⁷, donde la empresa informó que el uso real de Sulfato de

⁶ Addendum N°4, Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Valdivia de CELCO.

⁷ GPV 130/2004 - C, 31 de agosto de 2004.

Aluminio fue de 60 ton/d para el tratamiento terciario durante el 2004 se tiene que CELCO habría sobredosificado Sulfato de Aluminio a razón de 39,94 kg/ADt, muy por sobre los 15 kg/ADt considerados en la RCA. Es decir, existiría una sobredosificación de 24,94 kg/ADt de Sulfato de Aluminio equivalente a 166,25% de lo originalmente autorizado en la RCA.

- f) El informe del 6 de marzo de 2006 elaborado por Knight Piésold S.A., empresa consultora a cargo de la Auditoría Ambiental Nacional de la Planta Valdivia de CELCO, para responder a lo solicitado por la COREMA X en su RE#377 del 2005, concluye que los insumos de la Planta Valdivia *"explican el 93,3% del aporte de sulfato calculado a partir del monitoreo del río"* (cuadro 1, pag. 3). Consistente con ello, el informe de los consultores RAMSAR ya citado, identifica a la Planta de CELCO como la única fuente de Sulfatos en el Río Cruces, aguas arriba del humedal (Tabla 5, pag. 28).

Finalmente, cabe señalar en relación a los Sulfatos que este compuesto, al igual que en el caso del Cloruro y del Aluminio, tampoco fue declarado por CELCO ni evaluado ambientalmente por la CONAMA en sus impactos en el Santuario, lo que constituye una grave omisión que el Anteproyecto debiera reparar. En lugar de ello, la CONAMA pretende "blanquear" retrospectivamente esta grave omisión dándole a la COREMA X el piso legal del que actualmente carece para haber autorizado a CELCO en la Resolución Exenta N°377 de junio de 2005 a descargar hasta un máximo de 60 toneladas diarias de Sulfatos.

La Tabla 2 resume el aumento neto de las cargas netas de contaminantes que ingresarán al Santuario del Río Cruces como efecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental propuesta por la CONAMA:

Tabla 2: Cargas históricas de contaminantes en el Río Cruces y aumento neto de cargas que será resultante del Anteproyecto de CONAMA

Compuesto Normado en el Anteproyecto	Nivel Histórico (ton/año)	Nivel Anteproyecto (ton/año)	Diferencia de Carga Neta (ton/año)
Cloruro*	10.078,4	27.687,8	37.766,2
Aluminio*	996,8	2.768,8	3.765,6
Sulfato*	2.048,9	27.687,8	29.736,7
Manganeso*	83,1	252,0	335,1
Hierro	1.910,5	2.768,8	4.679,3
Cobre	27,7	83,1	110,8
Total cargas anuales	15.145,4	61.248,3	76.393,7
	Variación anual	404%	304%

NOTA (*): Compuestos descargados por la Planta de CELCO al Río Cruces, no declarados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental, no evaluados ambientalmente y asociados causalmente al desastre del Santuario del Río Cruces.

REITERAMOS, POR TANTO, QUE EL ANTEPROYECTO FORMULADO POR LA CONAMA TIENE EN REALIDAD COMO PROPÓSITO PRINCIPAL SER UN TRAJE A LA MEDIDA DE LA DESCARGA ILEGAL DE SULFATOS, CLORUROS Y ALUMINIO QUE LA PLANTA DE CELULOSA DE CELCO HA ESTADO REALIZANDO DESDE FEBRERO DEL AÑO 2004, COMPUESTOS

DIRECTAMENTE RESPONSABLES DEL DESASTRE OCURRIDO EN EL SANTUARIO DEL RÍO CRUCES.

Por todas estas razones, el Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental propuesto por la CONAMA contraviene la letra y el espíritu de la normativa ambiental chilena y el sentido que las autoridades le han atribuido a este instrumento dentro de las medidas tendientes a la recuperación del Santuario del Río Cruces. A la vez, adolece de un reduccionismo inaceptable al omitir los efectos que las cargas de contaminantes autorizadas en el Río Cruces tendrán en el Santuario protegido, aguas abajo, así como por obviar la hidrodinámica del ecosistema y aspectos tan elementales como la variación estacional del caudal. Finalmente, los niveles de varios de los parámetros normados no son sino una autorización legal retrospectiva para permitir que la Planta de CELCO continúe descargando compuestos para los que nunca contó con un permiso legal entregado en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

En conclusión, el Anteproyecto elaborado por la CONAMA expresa faltas legales, deficiencias técnicas y un fundamento éticamente reprochable.

Agradeciendo su atención, le saludan muy cordialmente

Eduardo Israel Arditi

Claudia Sepúlveda Luque

José Araya Cornejo

Bruno Bettati Salvo

Daniel Boroschek Krauskopf

Ximena Rosales Neira

Benjamín Olivares Pemjean

En representación de Acción por los Cisnes.



000640

002157

CORPORACION CHILENA DE LA MADERA A.G.

Valdivia, agosto 29 de 2006
G. R. / agosto 2006

RECIBIDO 29/AGO 2006
PATRICIO SALASO ALONSO
COMISION NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE
DECIMA REGION DE LOS LAGOS

Señor
Nelson Bustos Arancibia
Director Regional
Comisión Nacional de Medio Ambiente
Doctor Martín 566
PUERTO MONTT

De nuestra consideración:

Junto con saludarlo, en el marco del proceso de consulta pública para la dictación del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad del Agua del Río Cruces, envío a usted documento con observaciones al contenido del "Anteproyecto" que la Corporación Chilena de la Madera ha estimado pertinente expresar.

A la espera de que estas observaciones sean consideradas en el desarrollo del citado Anteproyecto, le saluda atentamente,

~~OSVALDO CIRANO GOMEZ~~
PRESIDENTE REGIONAL
CORMA X REGION

cc.: Sr. Ana Lía Uriarte
Directora Nacional
Comisión Nacional Medio Ambiente

Incl: Lo indicado
OCG/CMC/rlg

CORMA: Picarte 748 Piso 2 Valdivia
Fono 63-213573
Corma.v@corma.cl

OF. PARTES CORMA X REGION
Nº Folio 22041
Derivado A: SVD

Observaciones generales al Anteproyecto de Norma

1. El anteproyecto carece de estudios científicos suficientes:

Aún cuando el Anteproyecto ha tenido en consideración documentos que contienen algunos antecedentes, como son las características históricas de la calidad del agua en diversos puntos de los tramos que se pretende regular, éstos no constituyen por sí solos los antecedentes científicos necesarios para sustentar la norma en discusión.

Los antecedentes usados para la determinación de los límites fijados para los distintos parámetros del Anteproyecto de Norma fueron:

- "Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas", CONAMA
- "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad", DGA, Diciembre 2004
- "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (sin fecha, sin autor)

De los antecedentes indicados arriba, el "Diagnóstico y Clasificación..." corresponde principalmente a un análisis de la información de datos de calidad de agua de la DGA en función de los límites establecidos en el documento "Guía CONAMA...".

Asimismo, el documento "Criterios y Consideraciones..." entrega información general y cualitativa de los parámetros seleccionados preliminarmente para el Anteproyecto de norma, y propone valores para cada parámetro en función de los dos documentos anteriores.

Por lo tanto, es posible señalar que el único documento cuyo fundamento a los valores propuestos podría tener características de "científico" es la "Guía CONAMA...", pues los otros dos documentos sólo analizan desde un punto de vista estadístico la calidad actual del río Cruces.

A mayor abundamiento, es necesario señalar que, si bien la "Guía CONAMA..." aparece citada en numerosas ocasiones en el expediente de la norma, sólo uno de los trece parámetros normados fue fijado teniendo en consideración esta guía, y se privilegiaron otros criterios por sobre esta referencia (principalmente la concentración máxima registrada, criterio que no se condice con los objetivos de una norma secundaria de calidad ambiental).

Como conclusión, no es posible acreditar que se hayan realizado los estudios científicos necesarios para el establecimiento de la norma secundaria de calidad del río Cruces, requisito de la esencia de toda norma de calidad, por mandato constitucional, legal y reglamentario. Es de especial interés que los estudios

tengan como objetivo la protección o conservación del medio ambiente y la preservación de la naturaleza. La sola protección de la calidad actual de las aguas escapa de los alcances de una norma secundaria de calidad ambiental.

2. El anteproyecto excluye numerosas fuentes de información relevante:

Al considerar sólo los datos de la estación Rucaco de la DGA, el Anteproyecto excluyó numerosas fuentes de información relevante a la hora de caracterizar adecuadamente la calidad actual del río Cruces.

A modo de ejemplo, es posible identificar las siguientes fuentes de información que no fueron consideradas para la elaboración del Anteproyecto:

- Monitoreos de Planta Valdivia
- Monitoreos de empresas sanitarias ESSAL
- Monitoreos del Servicio Agrícola y Ganadero (regiones IX y X)
- Monitoreos de la DIRECTEMAR de los años 1999, 2000 y 2004
- Estudios de la Universidad Austral de Chile
- Publicaciones científicas en general

3. El anteproyecto carece de una evaluación socioeconómica:

No se encuentra disponible el Estudio sobre los impactos económicos y sociales que generará la norma si se aprueba en los términos contenidos en el Anteproyecto, requisito esencial según lo señalado anteriormente. Si se desea respetar el principio de participación consagrado en la Ley 19.300, las distintas personas interesadas deberían contar previamente con dichos antecedentes y conocer los análisis, resultados y/o conclusiones de los estudios socioeconómicos exigidos por ley, a fin de sopesar los costos y beneficios que para la sociedad importa la norma. Si los estudios económicos y sociales son postergados a una etapa posterior a la participación pública, difícilmente será posible que las partes interesadas puedan manifestar opinión sobre aquéllos.

A modo de ejemplo de la importancia de la evaluación socioeconómica, es posible señalar que, en el marco de un taller realizado en San José de la Mariquina, los agricultores de la zona reconocieron que sus actividades contribuyen a la contaminación del río, sin embargo no cuentan con los medios económicos para mejorar sus sistemas de producción (expediente, foja 168).

4. El anteproyecto carece de sustento técnico:

En algunos casos la autoridad ha utilizado un método estadístico que sólo da cuenta del comportamiento histórico, para definir los parámetros normados, evidenciando una desconexión con el objetivo de calidad que se pretendería conseguir con los valores propuestos.

En otros casos, la autoridad ha optado, por un método diferente al método estadístico ya señalado, el que no ha quedado explicitado en el expediente y, por lo tanto, no es posible conocer la relación con el objetivo de calidad perseguido.

Lo anterior hace que el anteproyecto no cumpla con las exigencias que la Ley y el Reglamento imponen para la dictación de normas de calidad, según se señaló antes.

5. El anteproyecto no define zonas de dilución para los efluentes:

El Anteproyecto no define zonas de dilución, aspecto que está considerado en la Guía CONAMA que, precisamente, se usa como base de justificación para la norma.

Este aspecto de la norma es esencial para cualquier emisor de residuos líquidos al río Cruces, como también para Planta Valdivia.

En virtud de lo anterior, estimamos determinante la inclusión en el proyecto definitivo de la norma de una zona de dilución para los efluentes, la que deberá permitir la suficiente distancia entre la zona de efluentes y la zona de vigilancia, a fin de que se respeten las emisiones ya autorizadas en virtud del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el expediente de la norma, en su foja 156, se señala que se contempla la determinación de la "zona de dilución" cuando se cuestione la norma, esto es, en una revisión futura de la norma para establecer una nueva estación o para autorizar nuevas descargas.

Sin embargo, en virtud de lo ya señalado, se considera fundamental incorporar desde un principio el concepto de "zona de dilución" en esta versión de la norma, pues de lo contrario se podrían generar problemas en la fiscalización de la misma e infringir derechos adquiridos.

6. Eventual inconsistencia de las exigencias impuestas por el Anteproyecto de Norma con las resoluciones ambientales aprobadas a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Los límites admisibles contenidos en el Anteproyecto de Norma deben ser necesariamente compatibles con decisiones adoptadas dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) por la Comisión Regional del Medio Ambiente, en base a recomendaciones y opiniones de los órganos técnicos con competencia ambiental, expresadas en Resoluciones de Calificación Ambiental favorables, en base a las cuales se pueden ejecutar proyectos de inversión.

El proceso del SEIA da cuenta de una determinada calidad del medio ambiente que acepta el efecto de los proyectos de inversión con todas sus medidas de control y

exigencias del caso, la cual debe ser tenida en cuenta en la fijación de normas de calidad, a menos que existan nuevos antecedentes científicos, técnicos, toxicológicos y otros que demuestren lo contrario.

Esta situación se hace evidente al acordarse que, para la determinación de la 'calidad actual' del río Cruces, sólo se considerarían datos hasta el año 2003 (ver expediente, foja 277), año anterior a la puesta en operaciones de Planta Valdivia, en circunstancias que la calidad actual del río Cruces en el año 2006 ha variado no sólo por la operación de Planta Valdivia (autorizada ambientalmente, como se ha comentado), sino también por otros proyectos y/o nuevas actividades en la cuenca.

Llama la atención que, en una reunión del Comité Operativo de la Norma, se haya descartado precisar el concepto "calidad actual" en el marco de esta norma secundaria, dándose como argumento "por tratarse de una definición sobre la cual existe más de una interpretación" (expediente, foja 171), en circunstancias que precisamente por existir más de una interpretación es que se hace fundamental contar con una definición para este caso en particular.

7. La norma delega el Programa de Vigilancia a una acción futura

El Anteproyecto no explicita un programa de vigilancia que suministre periódicamente la información acerca del cumplimiento de los límites normados, sino que encarga su generación futura a las autoridades competentes en coordinación con la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Dejar abierta y postergada esta definición, fundamental en toda Norma Ambiental, crea incertidumbres relevantes para la actividad económica que se desarrolla en la Cuenca.

8. El Anteproyecto no utiliza adecuadamente las herramientas estadísticas para la determinación de los límites de los parámetros normados

Sólo a modo de ejemplo, se presentan tres casos en los cuales el manejo estadístico de la información puede generar consecuencias indeseadas en la aplicación de la norma. En el "Informe Técnico Estadístico respecto a: Minuta con Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la "Norma Secundaria de Calidad Ambiental Para la Protección de las Aguas del Río Cruces" y "Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Cruces", preparado por Víctor Estrada Avendaño, Magíster en Estadística, se aborda este tema en mayor profundidad.

- Para la determinación de los límites del Anteproyecto se utilizó el criterio del percentil 66 (p66) de toda la serie de datos disponible de la DGA (16 años), en circunstancias que la verificación del cumplimiento de la norma se realizará calculando el p66 de un período de 2 años. Esta diferencia en

la metodología puede traducirse en la dictación de planes de prevención y/o de descontaminación aún manteniéndose la calidad actual del agua;

- Adicionalmente, en particular en los parámetros pH y oxígeno disuelto, la redacción de la norma no recoge el criterio usado para fijar los límites (p66 y p33).
- Los criterios para la eliminación de los outliers en los parámetros cobre, hierro y DQO no corresponden a criterios estadísticos típicos. De hecho, en el documento "Diagnóstico y Clasificación..." se utilizó el test de Dixon para la detección de outliers en los mismos datos de la DGA, concluyéndose que "se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,05% de los datos", confirmando "la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca". A modo de referencia, para la norma se eliminaron el 0,9% de los datos (18 veces más que el informe de la DGA).

9. La norma, sin justificación técnica alguna, pretende mejorar aguas que ya son de buena calidad.

Algunos de los límites incluidos en el Anteproyecto de norma se verían superados en la condición actual del río, con las consecuencias del caso (declaración de saturación o latencia), lo que no resulta razonable considerando que el único diagnóstico disponible indica que las aguas del río son de buena calidad.

Al respecto, cabe preguntarse acerca de la legalidad de establecer una norma de calidad que no define objetivo de protección y que sea más estricta que la calidad actual de las aguas (incluyendo aquellos proyectos aprobados en el marco del SEIA), en circunstancias en que ésta es de buena calidad.

Al respecto, cabe indicar que norma secundaria de calidad ambiental es un término o concepto definido por la Ley de Bases del Medio Ambiente como aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

Lo básico de esta definición es la palabra "riesgo", el que es determinado por permitir ciertos máximos o mínimos de valores presentes en el ambiente. Lo que se pretende, entonces, es evitar que haya un *riesgo* para la *protección o la conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza*.

Tanto los términos *preservación de la naturaleza* como *protección del medio ambiente*, están definidos también en la ley 19.300.

A saber, la *preservación de la naturaleza* es el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución del desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país.

Por otra parte, *protección del medio ambiente* es el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente, y a prevenir y controlar su deterioro.

Es sabido que el objetivo de una norma secundaria no es "*proteger por proteger*", sino que evitar un riesgo a la protección o conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza. En la medida que se superen los valores establecidos en la norma, se manifiesta en forma técnica que hay una eventualidad cierta de poner en riesgo al medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

El Reglamento para la Dictación de Normas, en su artículo 29, agrega un antecedente básico para establecer los niveles de exposición o carencia para evitar un riesgo para la protección de la naturaleza o la conservación del medio ambiente. A este aspecto, se señala que se deben recopilar y encargar la preparación de estudios, o investigaciones de carácter:

- a) Técnico
- b) Científico
- c) Toxicológico, y
- d) Otras que sean necesarias¹.

¿Cuál es la finalidad de encargar tales investigaciones? Precisamente para establecer los niveles de exposición o carencia para evitar un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente.

Cabe agregar que una norma secundaria no requiere mantener niveles "porque sí", sino que, al establecerse éstos en la citada norma, se busca obtener los niveles necesarios para evitar riesgos.

Esos *niveles necesarios para evitar riesgos* se determinan, precisamente, a través de todos los documentos técnicos antes señalados (antecedentes técnicos, científicos, toxicológicos y otros que sean necesarios), los que, por tanto, pasan a ser determinantes para establecer los valores que se incluyan en el anteproyecto de norma.

En el mismo orden, existe un conjunto de criterios para establecer esos "niveles" y están claramente establecidos por el Reglamento para la Dictación de Normas, a través de lo señalado en sus artículos 30, 31 y 32 del Reglamento, a los que nos referiremos con mayor detalle más adelante.

¹ No está demás señalar que se trata de una enumeración copulativa.

En nuestra opinión, estos criterios no fueron debidamente considerados en el anteproyecto de norma.

Debe agregarse, además, que la autoridad, como ya se indicó, ya ha establecido, básicamente a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, niveles aceptables de calidad secundaria en el río Cruces, los que no se han considerado en el Anteproyecto.

El establecimiento de dichos niveles no sólo se ha desarrollado a través del pronóstico fundado de evaluación ambiental que significa la existencia de una Resolución de Calificación Ambiental, como es el caso de la RCA del Proyecto Valdivia, sino ratificados a través de una modificación de RCA².

En efecto, la CONAMA, a través de su Resolución 279, determinó que dicho proyecto no impactaba significativamente las aguas del río Cruces, lo que determinó, en definitiva, su aprobación. Esto fue ratificado después del inicio de la operación de la Planta por parte de estudios encargados por la propia CONAMA al Doctor Claudio Zaror, quien determinó que las aguas seguían en general siendo de buena calidad.

A pesar de ello, la COREMA modificó, a través de la resolución 377 de 2005, ciertos parámetros exigidos al Proyecto Valdivia.

Sin embargo, el haber modificado sólo ciertos parámetros para la operación de la Planta, determina que los demás parámetros sí cumplen con la calidad deseada para el río Cruces.

Como consecuencia de ello, los parámetros normados en las Resoluciones 279, 461 y 377 de la COREMA no deben ser modificados a través de una norma secundaria por vía indirecta, esto es a través de determinar niveles inalcanzables para una actividad que ya se encuentra autorizada. Lo contrario no se condice con nuestra legislación, sería técnicamente injustificado y dejaría sin efecto derechos adquiridos por parte del titular del proyecto.

10. El objetivo perseguido por el anteproyecto de norma no está claro, se aparta del mandato legal y no ha respetado la razón por la cual fue priorizada:

El anteproyecto de norma no explicita el componente ambiental que se desea proteger, mantener y/o recuperar ni establece un objetivo específico de calidad para cada tramo de la cuenca, lo cual es relevante dado que estos conceptos no se pueden aplicar copulativamente a un mismo sector del río.

² De acuerdo a la facultad del dictamen 20.477 de la Contraloría.

³ COF.

Un objetivo claro y explícito garantiza que la futura norma no sea un conjunto de prohibiciones y restricciones que, además de arbitrarias, terminarán por conculcar algunos de los derechos consagrados en la Constitución Política y ya citados anteriormente, sin perjuicio del costo que tendría para las regiones IX y X y para el país, en términos económicos y ambientales.

No aparece de los antecedentes incluidos en el expediente, que el anteproyecto haya cumplido los requisitos formales obligatorios para ser incluido excepcionalmente en un Programa Priorizado de Normas.

Por otra parte, señala el Reglamento para la Dictación de Normas que se deben incluir, en la resolución que da inicio al procedimiento de dictación de la norma, los contaminantes a normar, lo que tampoco se cumplió en este proceso.

Cabe hacer mención, en esta parte, a la situación de emergencia que habría dado origen a la Norma Secundaria.

De acuerdo a antecedentes oficiales, la situación de emergencia que habría dado lugar a la dictación de esta norma no fue otra que la desaparición del luchecillo en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter.

No obstante, y frente a la complicación técnica derivada de que la real protección del Santuario requiere la normalización secundaria de todos sus ríos afluentes y de la parte inferior del río Cruces, simplemente se modificó el objetivo de la norma, dejando sin sustento legal la inclusión de la misma en el 9º programa priorizado y dejando sin contenido posible de llenar los elementos que configurarían el cumplimiento del objetivo de la norma.

En síntesis, el anteproyecto de norma no respeta la razón por la cual fue priorizada y se ha apartado del objetivo que tuvo a la vista el Consejo Directivo a la hora de priorizarla bajo una situación de emergencia.

A mayor abundamiento, el objetivo de protección del Santuario es modificado por otro, de carácter poco concreto. Así, en su artículo 1, al señalar el objetivo de la norma, indica que esta norma de calidad ambiental expresa básicamente la calidad del cuerpo de agua **que la sociedad quiere que se proteja, mantenga o recupere en el río Cruces**, 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.

⁴ De hecho, se publicó el 15 de Enero de 2005 sólo el extracto de la publicación de la decisión de CONAMA de incluir la norma del río Cruces.

⁵ Se encuentra en su página web: www.CONAMA.cl

Una última reflexión que resulta pertinente plantear es el análisis de si el anteproyecto, como tal, cumple con los objetivos que, en teoría, debiera perseguir una norma secundaria. Para ello, se debe considerar lo que se expone a continuación.

Para determinar el objetivo de una norma de calidad secundaria, es necesario estudiar lo establecido en el Párrafo Segundo del Título Tercero del Reglamento para la dictación de normas. Así, de acuerdo al artículo 30, para establecer las normas secundarias de calidad ambiental, deberán considerarse el sistema global del medio ambiente, además de las especies y componentes del patrimonio ambiental que constituyan el sostén de poblaciones locales. Agrega que también se considerarán los antecedentes relativos a las condiciones de explotación de los recursos naturales renovables.

Por lo tanto, previo al trámite de publicación del anteproyecto, deben haberse considerado en el proceso de dictación, al menos:

- a) Las especies y los componentes del patrimonio ambiental que constituyen el sostén de las poblaciones presentes en el sector geográfico a normar.
- b) El sistema global del medio ambiente que constituye el sostén de dichas poblaciones.
- c) Las condiciones que permitan una explotación sustentable de los recursos naturales renovables presentes en el sector a normar, en este caso el río Cruces.

Las especies y componentes, sistemas y especies que se indiquen y consideren en el proceso de acuerdo a lo establecido en el artículo 30, serán el objeto de estudio y reglamentación más básico. Si no se cumple este requisito, no se cumple con el objeto de la norma.

Otro elemento determinante para establecer si el anteproyecto cumple con el objetivo de una norma secundaria, lo encontramos en el artículo 31. Éste señala que en la elaboración de una norma secundaria de calidad ambiental deberán considerarse, conjuntamente, los siguientes criterios:

- a) 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;
- b) Alteración significativa en la abundancia poblacional de una especie, sub-especie de flora o fauna, o de un determinado tipo de comunidad o ecosistema, que ponga en peligro su existencia en el medio ambiente;

- c) Alteración de los componentes ambientales que son materia de utilización por poblaciones locales, en especial plantas, animales, suelo y agua; y
- d) Degradación significativa de monumentos nacionales, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Es evidente, entonces, que en la elaboración de la norma se deberán considerar todos estos criterios. Ello, porque determinan, una vez conocidos los elementos esenciales presentes en el medio ambiente local, los niveles de riesgo para cada uno de elementos presentes en el sector a ser objeto de la norma⁶.

Por último, el artículo 32 del Reglamento establece que toda norma secundaria de calidad ambiental señalará, además de lo indicado en el artículo 28⁷, los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos.

En resumen, de acuerdo a la Ley de Bases del Medio Ambiente y el Reglamento respectivo, para que el proceso de dictación de una norma secundaria sea completo, primero se debe establecer la necesidad de reconocer el sistema global del medio ambiente a normar y los componentes del patrimonio ambiental que sostienen poblaciones locales (artículo 30). Hecho eso, se establecerán cómo se relacionan dichos elementos con el medio ambiente a normar para determinar cuándo hay un riesgo (artículo 31). Sólo después de ello, se deben establecer, como etapa conclusiva del proceso de determinación de la norma, los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos, permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos.

Sin este proceso que permite, en definitiva, determinar los límites máximos establecidos en una norma, resulta imposible cumplir con el objeto propio de una norma secundaria.

⁶ Como la distribución geográfica de una especie de flora o fauna o de un determinado tipo de ecosistema, la abundancia poblacional de alguna especie o un determinado tipo de comunidad o ecosistema que ponga en peligro su existencia en el medio ambiente, los componentes ambientales que son utilizados en poblaciones locales como plantas, animales suelo y agua, y la degradación de monumentos nacionales o sitios con valor antropológico arqueológico histórico, o pertenecientes al patrimonio ambiental.

⁷ Esto es, los valores críticos que determinen las situaciones de emergencia ambiental, el plazo para su entrada en vigencia y los organismos públicos con competencia para fiscalizar el cumplimiento, las metodologías de medición y control de la norma.

11. El artículo 6° del Anteproyecto no condice con la naturaleza propia de una Norma de Calidad.

En efecto, la herramienta establecida en dicha disposición corresponde a una propia de la revisión que deberá realizar la autoridad cada cinco años, según lo dispone la Ley de Bases del Medio Ambiente, pero no parece ser propio de una Norma Secundaria, según su propia definición legal.

Análisis y Propuesta de Valores a los Parámetros del Anteproyecto de Norma de Calidad Secundaria del río Cruces

1. Introducción

El presente documento analiza desde un punto de vista técnico ambiental los límites de los 13 parámetros incorporados en el Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental del río Cruces.

Adicionalmente, el documento propone valores alternativos en base a la información disponible, considerando no sólo el actual Anteproyecto, sino también la futura Norma Secundaria de Calidad Ambiental de la cuenca del río Valdivia.

2. Metodología

El presente documento compila y sintetiza la siguiente información revisada:

- Expediente Norma Ambiental de Calidad Secundaria para la protección del río Cruces
- Expediente de la "Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas"
- Monitoreo del Proyecto Valdivia (1995 – 2003) y de Planta Valdivia (2004-2006)
- Monitoreos discretos DGA (1987 – 2004)
- Monitoreos continuos DGA (2002 – 2005)
- Anteproyectos de normas de ríos Loa, Aconcagua, Cachapoal, Bío-Bío, Cruces y Aysén
- Guía CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas continentales y marinas
- *Current National Recommended Water Quality Criteria*, Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.
- *Canadian environmental quality guidelines*, Ministry of Environment, Canada
- Comunicación personal de Jacobo Homsí, autor del documento "Proposición de Normas de Calidad de Aguas para Proteger Usos Determinados".

3. Análisis de los parámetros

3.1 Conductividad eléctrica

Importancia ambiental

El parámetro conductividad eléctrica de una muestra de agua es la expresión de su capacidad para transportar una corriente eléctrica (Expediente, folio 184), la que depende fundamentalmente de la presencia de iones en el agua.

Este parámetro no es incluido normalmente en las normas secundarias de calidad ambiental, por cuanto su impacto sobre el medio ambiente es mínimo. A modo de ejemplo, es posible señalar que el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) no señala ninguna característica o mecanismo por el cual la conductividad eléctrica pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro no se incluye en los parámetros incluidos en los criterios nacionales de calidad de agua recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)¹, ni tampoco está normado para calidad de agua en Canadá².

Por otro lado, la Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°2, el valor máximo 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para aguas de riego, valor por debajo del cual "generalmente no se observarán efectos perjudiciales".

Por lo tanto, es posible concluir que este parámetro no es prioritario para la protección y la conservación del medio ambiente, o para la preservación de la naturaleza, en valores superiores a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Valores del parámetro en el río Cruces

Los valores de conductividad eléctrica en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentran entre 20,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 206 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

De acuerdo a los datos de monitoreo continuo de la DGA, la conductividad en el río Cruces, en el período 10/10/2002 al 24/4/2005, tuvo un máximo de 209,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cabe mencionar que el percentil 66 de los datos disponibles de 2005 fue de 186 $\mu\text{S}/\text{cm}$, significativamente mayor a los

¹ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>

² Ver <http://www.ec.gc.ca/CEQG-RCQE/English/Ceqg/Water/default.cfm>

100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecidos en el Anteproyecto para este parámetro. El valor actual de calidad implica que un valor inferior a 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el valor de la norma para la conductividad eléctrica tendría como consecuencia que la norma de calidad secundaria naciera bajo latencia, lo que obligaría la implementación de un plan de prevención por este parámetro.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", uno de cuyos objetivos es "servir de base técnica para la elaboración y homogeneización de las normas secundarias de calidad de aguas del país" (Guía CONAMA..., página 1), establece los siguientes valores para el parámetro conductividad eléctrica en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	<600	750	1.500	2.250

Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de Excepción³ establece un valor para la conductividad eléctrica de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado.

Adicionalmente, los valores actuales de conductividad en el río Cruces están por sobre el valor 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro conductividad eléctrica, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un valor de **600 $\mu\text{S}/\text{cm}$** .

³ Agua "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República", según definición en "Guía CONAMA..."

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Importancia ambiental

La demanda química de oxígeno (DQO) es una medida del oxígeno que una muestra de agua consumirá una vez descargada en el medio receptor, y es comúnmente utilizada como indicador de los contaminantes presentes en aguas residuales o en aguas naturales⁴.

La DQO es una medida agregada de todos los compuestos presentes en la muestra que son capaces de consumir oxígeno, por lo que su valor no es comparable a otras muestras con distinta composición química. Esta situación resulta, además, en que no existan valores de referencia de ecotoxicidad para este parámetro.

El parámetro DQO no se explica en el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces", pues fue incorporado tardíamente al Anteproyecto, en reemplazo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Valores del parámetro en el río Cruces

La DQO, en el período 1995 - 2006, se encuentran entre 1 mg/L y <40 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la DQO ha variado entre 2 mg/l y 55 mg/l en el período septiembre 1996 y noviembre de 2004 (descartando un valor outlier de 165 mg/L de noviembre de 2000).

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", no incluye el parámetro DQO.

Conclusiones y recomendaciones

En vista de lo anterior, se recomienda mantener el criterio de normar según la máxima concentración registrada, la cual corresponde a 55 mg/l. La diferencia con respecto al valor del Anteproyecto nace de la eliminación de dos supuestos *outliers* (42 mg/l y 55 mg/l), los cuales estadísticamente no son tales, por lo que no deberían haberse eliminado de la serie.

⁴ Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, Sección 5220

Oxígeno Disuelto

Importancia ambiental

El oxígeno disuelto es absolutamente esencial para la supervivencia de todos los organismos acuáticos (no sólo peces, también invertebrados, zooplancton, etc). Además, el oxígeno afecta a un vasto número de indicadores, no sólo bioquímicos, también estéticos como el color, claridad del agua y sabor. Se considera que la concentración bajo la cual los organismos comienzan a estar bajo presión es 5 mg/l ("Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces", folio 185).

Por otro lado, la Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°3, el valor mínimo de 5 mg/L de oxígeno disuelto para las aguas destinadas a vida acuática (aguas dulces).

A modo de referencia, es posible señalar que la norma secundaria canadiense para este parámetro fija un rango entre 5,5 mg/L y 9,5 mg/L.

El oxígeno disuelto es un parámetro estacional, como consecuencia de la disminución de en la solubilidad de los gases en el agua a mayores temperaturas. Esta consecuencia física de la temperatura se traduce en concentraciones de oxígeno disuelto menores en verano que en invierno.

Valores del parámetro en el río Cruces

Las concentraciones de oxígeno disuelto, en el período 1995 - 2006, varían entre 5,9 mg/L y 11,8 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia. Las menores concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran en los meses de verano (diciembre a marzo), aumentando el resto del año.

Según los datos de monitoreo continuo de la DGA, la concentración de oxígeno disuelto ha variado entre 5,3 mg/L y 13,8 mg/L en el período 10/10/2002 al 24/4/2005. Cabe mencionar que hay registros de períodos prolongados de tiempo con concentraciones completamente bajo 7,5 mg/l (más de 4 meses, del 14/11/2002 al 19/03/2003; más de 2 meses desde el 2/1/2004 al 4/1/2004).

De hecho, el percentil 33 de los valores continuos de la DGA es justamente 7,5 mg/L, lo cual implicaría la implementación de inmediato de un plan de descontaminación por este parámetro, sin haberse observado un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente asociado a una falta de oxígeno disuelto.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro oxígeno disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Oxígeno disuelto	mg/L	<7,5	7,5	5,5	5

Conclusiones y recomendaciones

Las características estacionales del oxígeno disuelto hacen recomendable establecer valores diferentes para verano (diciembre a marzo) y para invierno (abril a noviembre). Se proponen los siguientes valores:

- Norma de invierno: 7,5 mg/L
- Norma de verano: 5,5 mg/L

Ambos valores están por sobre el límite señalado como necesario para la protección de los organismos acuáticos (NCh 1333Of.78 y otras referencias revisadas).

pH*Importancia ambiental*

El pH es un parámetro que se relaciona con la concentración de iones de hidrógeno, y su valor cercano a la neutralidad (7) es fundamental para la protección del medio ambiente

La Norma Chilena 1333 Of.78 establece, en su Tabla N°3, un rango de pH entre 6,0 y 9,0 para las aguas destinadas a vida acuática (aguas dulces).

Valores del parámetro en el río Cruces

Los valores de pH en el río Cruces varían entre 6,0 y 9,2 (datos combinados Arauco y DGA), y tienen una ligera tendencia estacional.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro pH en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5

Conclusiones y recomendaciones

El rango establecido en el Anteproyecto (6,0 – 8,0) se considera adecuado a las características del río Cruces.

RAS*Importancia ambiental*

La Razón de Absorción de Sodio (RAS) es una relación utilizada para expresar la actividad relativa de los iones sodio en las reacciones de intercambio con el suelo, la cual es útil para determinar el riesgo que el sodio presente en aguas usadas para riego disperse las partículas del suelo, y que por esa vía genere problemas de infiltración del agua en el suelo.

A modo de ejemplo, es posible señalar que este parámetro no está normado en Estados Unidos, incluyendo cuerpos receptores de agua dulce y agua salada, y la salud humana; ni tampoco está normado en Canadá para calidad de agua, incluyendo los usos Comunidad, Recreacional y estética, Vida acuática y Agricultura (riego y bebida de animales).

Valores del parámetro en el río Cruces

De acuerdo a los datos de monitoreo discreto de la DGA, en el período 1987 – 2005, la RAS varía en un rango entre 0,3 y 3,1. Cabe mencionar que en el documento “Criterios y Consideraciones para la elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del río Cruces” no se consideraron datos de la DGA posteriores a 2003, los cuales se indican a continuación:

Fecha	RAS
05/04/2006	3,07
26/07/2005	0,42
09/11/2005	1,29

Valores propuestos por “Guía CONAMA”

La “Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”, establece los siguientes valores para el parámetro RAS en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
RAS	mg/L	<2,4	3	6	9

Conclusiones y recomendaciones

En circunstancias que las aguas del río Cruces no son utilizadas de manera intensiva para el riego, este parámetro de la norma no se considera prioritario.

Sin perjuicio de lo anterior, y en caso que la RAS sea finalmente incorporada a la norma de calidad secundaria del río Cruces (por cualquier otro tipo de consideraciones), se propone un valor 3, el cual corresponde a la vez a la Calidad 1 y al máximo valor registrado.

Cloruro

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el cloruro es el resultado de la reacción del cloro (que representa el 0,045% de la corteza terrestre) con material inorgánico presente en el agua. En el documento no señala ninguna característica o mecanismo por el cual pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro sí se encuentra incluido entre aquellos que cuentan con un criterio nacional de calidad de agua recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)⁵. Para el caso del cloruro, el valor del CCC (criterio continuo de concentración, es decir, la máxima concentración a la que puede estar expuesta una comunidad acuática de manera indefinida sin presentar efectos no aceptables) para agua dulce es de 230 mg/l.

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de cloruro de 200 mg/L para las aguas destinadas a regadío. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Por otra parte, Canadá no incorpora el parámetro cloruros en su norma de calidad orientada a la preservación de la vida acuática, y sólo incorpora este parámetro para proteger la calidad del agua para fines de riego, para lo cual fija una concentración máxima de 100 mg/l.

Valores del parámetro en el río Cruces

La concentración de cloruro en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 1,9 mg/L y 18 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de cloruro en el río Cruces ha variado entre 0,2 mg/l y 18,1 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece los siguientes valores para el parámetro cloruro en aguas superficiales:

⁵ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqc/criteria.html>

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cloruro	mg/L	<80	100	150	200

Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de excepción, la cual indica un agua “que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República”, establece un valor para la concentración de cloruro de 80 mg/L, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado. De hecho el valor 80 mg/L está muy por debajo del valor CCC de la EPA (230 mg/L), que asegura la protección y la conservación del medio ambiente, así como la preservación de la naturaleza.

Adicionalmente, las concentraciones actuales de sulfato en el río Cruces están significativamente por sobre el valor 10 mg/L del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro cloruro, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 10 mg/L a un valor de **80 mg/L**.

Sulfato

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el sulfato se distribuye ampliamente en la naturaleza, y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van de pocos a miles de miligramos por litro. No existe un límite o rango de concentración óptimo de sulfatos para la mayor parte de la fauna acuática (...), sin embargo, para propósitos de consumo, se acepta una concentración máxima de 250 ppm.

La Norma Chilena 1333 Of.78, por su parte, establece, en su Tabla N°2, un valor máximo de sulfato de 250 mg/L para las aguas destinadas a regadío. Este parámetro no se incluye en la Tabla N°3, de aguas destinadas a la vida acuática.

Adicionalmente, es posible señalar que este parámetro no se incluye en los parámetros establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)⁶, y que Canadá no incorpora el parámetro sulfato en su norma de calidad orientada a la preservación de la vida acuática, y sólo incorpora este parámetro para proteger la calidad del agua para fines de agua potable (máximo 500 mg/l por razones estéticas, no de salud) y para bebida de animales, para lo cual fija una concentración máxima de 1.000 mg/l.

Valores del parámetro en el río Cruces

La concentración de sulfato en el río Cruces, en el período 1995 - 2006, se encuentra entre 0,5 mg/L y 33,9 mg/L, de acuerdo a los datos de monitoreo de Planta Valdivia.

Según los datos de monitoreo discreto de la DGA, la concentración de sulfato en el río Cruces ha variado entre 0 mg/l y 39,6 mg/l en el período septiembre 1996 y abril de 2006.

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro sulfato en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Sulfato	mg/L	<120	150	500	1000

⁶ No se incluye entre los 120 contaminantes prioritarios ni entre los 47 contaminantes no prioritarios. Ver <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>

Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la Clase de excepción, la cual indica un agua "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República", establece un valor para la concentración de cloruro de 120 mg/L, y sin existir ningún riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente de presentarse valores por debajo del establecido para la clase de excepción, no se encuentra ninguna razón para establecer un valor diferente al señalado.

Adicionalmente, las concentraciones actuales de cloruro en el río Cruces están por sobre el valor 10 mg/L del Anteproyecto, lo cual implicaría la implementación de un plan de descontaminación por este parámetro, sin beneficios ambientales visibles.

Por lo tanto, se recomienda modificar el valor del parámetro sulfato, para ambas áreas de vigilancia, desde el valor 10 mg/L a un valor de 120 mg/L.

Cobre total

Importancia ambiental

En el documento "Criterios y Consideraciones para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Cruces" (Expediente, folios 179 a 193) se señala que el cobre es muy común en la naturaleza, y se extiende a través del ambiente a través de fenómenos naturales. La absorción de cobre es necesaria y a niveles trazas es esencial para la salud de los humanos. Altas concentraciones de cobre en humanos también pueden causar problemas de salud.

Ambientalmente, el cobre en el suelo está fuertemente unido a la materia orgánica y minerales. Como resultado de lo anterior, este metal no se transporta muy lejos antes de ser liberado, y es difícil que entre al agua subterránea.

Valores del parámetro en el río Cruces

Las concentraciones de cobre en el río Cruces varían entre $<1 \mu\text{g/L}$ y $< 50 \mu\text{g/L}$ (datos combinados Arauco y DGA).

Valores propuestos por "Guía CONAMA"

La "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas" establece los siguientes valores para el parámetro cobre disuelto en aguas superficiales:

Parámetro	Unidad	Clase de excepción	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cobre (disuelto)	$\mu\text{g/L}$	$<7,2$	9	200	1.000

Conclusiones y recomendaciones

El valor establecido en el Anteproyecto ($0,03 \text{ mg/L}$, o lo que es igual, $30 \mu\text{g/L}$) se considera adecuado a las características del río Cruces. No obstante, para el monitoreo de aguas superficiales se recomienda monitorear el parámetro "cobre disuelto", de acuerdo a lo establecido en la "Guía CONAMA..." y a recomendaciones de la EPA (ver Anexo 2).