



**GOBIERNO DE CHILE**  
**Ministerio De Agricultura**  
**SAG V Región**

**“ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO DE  
NORMAS DE CALIDAD DE AGUAS DEL RÍO ACONCAGUA  
EN SECTOR SILVOAGROPECUARIO”**

Preparado Por:



Diciembre de 2005

## Índice

Índice.....	1
1 Introducción.....	1
2 Diagnóstico De La Cuenca Del Aconcagua. ....	3
2.1 Caracterización General De La Cuenca Del Río Aconcagua Y Sus Afluentes.....	3
2.2 Desarrollo Del Río Aconcagua (Lamina N°1).....	4
2.3 División Administrativa Y Seccionamiento Del Río Aconcagua. ....	6
2.3.1 División de la Cuenca del Aconcagua De Acuerdo Al Anteproyecto de Norma: Las Áreas De Vigilancia. ....	10
2.4 Actividades Económicas y Usos Desarrollados En La Cuenca Del Aconcagua.....	14
2.4.1 Usos del Suelo.....	14
2.4.1.1 Uso Agrícola .....	15
2.4.1.2 Uso Forestal .....	17
2.4.1.3 Uso Urbano.....	17
2.4.1.4 Áreas bajo protección oficial y conservación de la biodiversidad	18
2.4.2 Síntesis: Caracterización Del Uso Del Suelo .....	18
2.5 Usos Del Agua En La Cuenca Del Aconcagua .....	20
2.5.1 Información Fluviométrica.....	20
2.5.2 Usos del Agua.....	20
2.5.3 Usos In – Situ.....	21
2.5.3.1 Acuicultura .....	21
2.5.3.2 Pesca deportiva y recreativa.....	21
2.5.3.3 Usos Extractivos .....	21
2.6 Conclusión: Usos Silvoagropecuarios De La Cuenca Del Aconcagua....	24
3 Calidad De Las Aguas De La Cuenca.....	26
3.1 Parámetros normados.....	26
3.2 Áreas de Vigilancia .....	28
3.3 Calidad Objetivo.....	28
3.3.1 Criterios para determinar Calidad Objetivo .....	28
3.4 Programa de monitoreo y/o control de la norma .....	30
3.5 Consideraciones del estudio .....	30
4 Metodología .....	32
4.1 Análisis estadístico.....	32
4.1.1 Proyección de parámetros (Ver esquema metodológico en Anexo N°6)	32
4.1.2 Cuantificación del efecto de la Norma en el valor de los Parámetros	34
5 Impactos de la Implementación de la Norma de Calidad Secundaria. ....	34
5.1 Cultivos Agrícolas por Área de Vigilancia .....	34
5.2 Caracterización de Suelos por Área de Vigilancia .....	35

5.3	Comparación de Calidad Actual y Calidad Normada por Área de Vigilancia .....	37
5.3.1	Área de Vigilancia: Aconcagua 2 .....	37
5.3.2	Área de Vigilancia: Aconcagua 3 .....	40
5.3.3	Área de Vigilancia: Aconcagua 4 .....	43
5.3.4	Área de Vigilancia: Putaendo 1 .....	47
5.3.5	Área de Vigilancia: Quilpué .....	49
5.3.6	Área de Vigilancia: Catemu 1 .....	53
5.3.7	Área de Vigilancia: Los Loros 1 .....	55
5.3.8	Área de Vigilancia: Los Litres 1 .....	58
5.3.9	Área de Vigilancia: Limache 1 .....	61
	Costo .....	63
	Beneficio .....	63
5.4	Análisis de la demanda hídrica .....	64
6	Cuantificación económica .....	65
7	Conclusiones .....	65
<b>ANEXOS .....</b>		<b>66</b>
	ANEXO N°1 .....	67
	Planillas de Proyecciones .....	67
	ANEXO N°2 .....	68
	Resumen de Cultivos por Área de Vigilancia .....	68
	ANEXO N°3 .....	70
	Tabla "Caracterización de suelos en las áreas de vigilancia del río Aconcagua" ..	70
	ANEXO N°4 .....	71
	RESUMEN DIFERENCIAL DE CONTAMINANTES POR PARÁMETROS .....	71
	ANEXO N°5 .....	72
	Análisis Costo-Beneficio .....	72
	ANEXO N°6 .....	74
	Metodología .....	74
	ANEXO N°7 .....	75
	Referencias Técnicas .....	75

## 1 Introducción

La cuenca hidrográfica del Aconcagua debe su nombre a su principal afluente, el río Aconcagua. Dicha cuenca constituye de acuerdo a la Estrategia Regional de Desarrollo, el segundo eje de crecimiento de la región, y en él se practican diferentes actividades de gran relevancia para la región y el país, las que se encuentran ligadas a la calidad y cantidad del agua.

De acuerdo a lo planteado en la “Guía Para El Establecimiento De Las Normas Secundarias De Calidad Ambiental Para Aguas Continentales Superficiales Y Marinas” de CONAMA, el objetivo al dictar la “**Norma Secundaria De Calidad Ambiental De La Cuenca Del Río Aconcagua Y Sus Tributarios Principales**” es el de “proteger, mantener y/o recuperar la calidad de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Aconcagua, de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, la protección y conservación de las comunidades acuáticas, vida silvestre y de los ecosistemas, maximizando los beneficios medioambientales, sociales y económicos”, lo que conlleva al análisis económico del proyecto de norma en los diferentes sectores productivos y/o actividades que se desarrollan en la Cuenca del Río Aconcagua. De este modo, mediante el desarrollo del presente estudio, se realizará el “**Análisis General Del Impacto Económico De Normas De Calidad De Aguas Del Río Aconcagua En Sector Silvoagropecuario**”, del cual este documento es su tercera entrega, correspondiente a la entrega final.

De acuerdo a lo señalado en la propuesta técnica del presente estudio, esta entrega contempla:

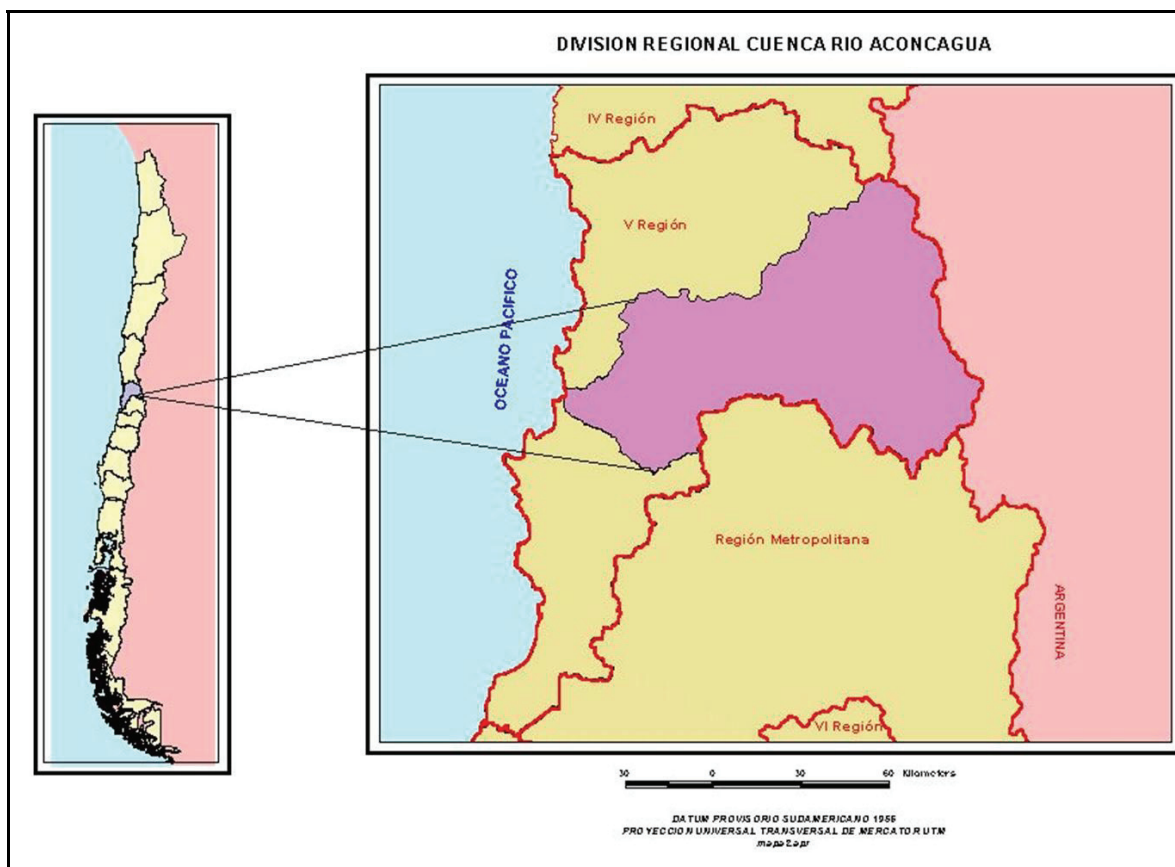
- Identificar los rubros productivos del sector silvoagropecuario que se verán potencialmente impactados con la implementación de la norma es decir aquéllos que utilizan para sus actividades agua proveniente del río y/o sus tributarios.
- Caracterizar la actividad económica silvoagropecuaria de la cuenca, asociada a la calidad de los recursos hídricos. Esta caracterización tiene por objetivo relevar la importancia relativa de la calidad del agua para el desarrollo de la actividad silvoagropecuaria actual y futura, orientada tanto a mercado interno como de exportación.
- Entregar la información generada por la consultoría, en forma digital, en forma de tablas y coberturas, para ser ingresada al Sistema de Información Geográfico (SIG) que dispone el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG.

- Identificar los rubros productivos del sector silvoagropecuario de la cuenca del río Aconcagua, que utilizan para sus actividades agua proveniente del río y sus tributarios normados.

## 2 Diagnóstico De La Cuenca Del Aconcagua.

### 2.1 Caracterización General De La Cuenca Del Río Aconcagua Y Sus Afluentes<sup>1</sup>.

La cuenca del río Aconcagua se desarrolla entre los 32° 20' y 33° 07' de latitud Sur, y los 71° 31' y 70° 00' de longitud oeste. Tiene una extensión estimada de 7.337 Km<sup>2</sup>, geográficamente, esta cuenca se desarrolla completamente dentro de la Quinta Región. (ver ilustración 2.1)



**Ilustración 2.1 Distribución Geográfica Cuenca del Río Aconcagua**

Su régimen hidrológico es de alimentación mixta, o nivo-pluvial. En sus zonas altas y media el río Aconcagua es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos. En la zona baja, el río Aconcagua posee un régimen pluvial, por lo cual presenta crecidas asociadas directamente con las precipitaciones.

<sup>1</sup> Fuente: Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca del Río Aconcagua, realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos

## 2.2 Desarrollo Del Río Aconcagua (Lamina N°1)

El río Aconcagua nace en la junta de los ríos Juncal y Blanco, con el gran aporte andino proveniente del río Colorado afluente que se integra 13 Km. aguas debajo de su nacimiento. Estos tres ríos provenientes de la alta cordillera de Los Andes, permiten, gracias a un considerable aporte nival, determinar las características hidrológicas del río Aconcagua.

En su nacimiento después de la junta de los ríos Juncal y Blanco (1.420 m.s.n.m.) el Aconcagua ya presenta un importante flujo de agua, con un promedio anual natural de 20.5 m<sup>3</sup>/s.

Entra al valle central en el sector del puente Las Vizcachas, en la Primera Sección, con un promedio anual natural de 33.0 m<sup>3</sup>/s.

Al iniciar su recorrido, ya en el valle central recibe por su ribera norte el río Putaendo y el estero Quilpué o San Francisco. En su recorrido entre San Felipe y poco más abajo de la junta con el río Putaendo, existen importantes recuperaciones del río Aconcagua, que son aprovechadas en su Segunda Sección.

En el curso medio del río Aconcagua recibe aportes de varios esteros de marcado régimen pluvial, por el lado norte, los esteros Catemu y El Melón, mientras que por la ribera sur llegan los afluentes Lo Campo, Los Loros o Las vegas.

En el curso inferior, luego de recibir los aportes del estero Rautén, su principal tributario corresponde al estero Limache, una cuenca regulada por el embalse Los Aromos.

Finalmente, y luego de un recorrido de aproximadamente 190 kilómetros desde su nacimiento, desemboca al Océano Pacífico, en Con-Con, al norte de la ciudad de Viña del Mar, Quinta Región.

Insertar Lamina N°1



### 2.3 División Administrativa Y Seccionamiento Del Río Aconcagua.

El río Aconcagua se encuentra dividido administrativamente en cuatro secciones, más la sección del río Putaendo la cual ha operado tradicionalmente de manera separada (ver Lamina N°2).

**Primera Sección:** Abarca desde las nacientes de los ríos Juncal, Blanco y Colorado en la Cordillera de los Andes hasta el puente del Rey, que corresponde a la entrada sur a la ciudad de San Felipe. Los recursos de agua disponibles en este tramo provienen del caudal propio del río Aconcagua y sus afluentes cordilleranos tales como los ríos Juncal y Blanco que lo forman, más el río Colorado y esteros menores como Riecillos, Vilcuya y Los Chacales. Esta sección posee organización legal denominada “Junta de Vigilancia de la Primera Sección del río Aconcagua” por Decreto Supremo N° 52 de 5 de enero de 1955.

Esta primera sección, se encuentra declarada legalmente agotada - mediante Resolución DGA N° 209 de 22 de mayo de 1985 - por lo que no es posible constituir nuevos derechos consuntivos de ejercicio permanente.

La Junta de Vigilancia de la Primera Sección del Río Aconcagua administra y distribuye 12.774 acciones (1 acc.= 1,8 l/s), correspondientes a derechos consuntivos permanentes de agua por un total de 11.580 l/s, correspondientes a derechos consuntivos eventuales. Esta junta tiene jurisdicción sobre las siguientes asociaciones de canalistas:

- Asociación Canal Los Quilos.
- Asociación Canal Santa Rosa.
- Asociación Canal San Rafael.
- Asociación Canal Ahumada.
- Asociación Canal Montenegro o Almendral.
- Asociación Canal Sauce o Encón.
- Asociación Canal Del Pueblo (San Felipe).

De acuerdo a estatutos, la Junta de Vigilancia, posee la facultad de administrar y distribuir los recursos disponibles en el cauce del río, a los que tienen derechos sus asociados, desde la junta de los ríos Juncal y Blanco hasta el puente del Rey, entrada sur a la ciudad de San Felipe.

En esta primera sección del río Aconcagua se encuentran las siguientes estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas:

- Río Juncal en Juncal
- Río Blanco en Blanco
- Río Aconcagua en río Blanco

- Río Colorado en Colorado
- Río Aconcagua en Chacabucuito
- Estero Pocuro en Sifón

**Segunda Sección:** Esta sección comprende desde el puente carretero del Rey, hasta el sector denominado como puntilla de Romeral, sector donde se ubica la estación fluviométrica “Aconcagua en Romeral”. (datos aproximados)

Sus principales afluentes corresponden al río Putaendo que llega junto con el estero Quilpué o San Francisco al comienzo de la sección y estero Catemu al final de la sección, por el lado norte; y los esteros Lo Campo y Los Loros o Las Vegas por su lado sur en su parte final de la sección.

Los recursos de agua de esta segunda sección lo constituyen las siguientes fuentes:

- Afloramientos o recuperaciones provenientes de la napa subterránea en la parte alta del río Aconcagua, entre el puente del Rey y poco más aguas abajo de la junta con el río Putaendo.
- Los restantes del río Putaendo y del estero Quilpué o San Francisco.
- Los remanentes desde la primera sección que recoge los derrames de ella, junto con el estero Pocuro que desemboca justo en el cierre de la primera sección.
- Derrames de riego provenientes de áreas regadas por canales que nacen en la primera sección y que atraviesa esta segunda sección.

En la experiencia de modelación realizada en el estudio “Modelo de Simulación Hidrogeológico, Valle del Río Aconcagua” se puede deducir que la recuperación media en el sector alto de la segunda sección es aproximadamente de 15.3 m<sup>3</sup>/s, entre el puente del Rey y el río Aconcagua antes de la junta con estero Lo campo.

La segunda sección del río Aconcagua no tiene constituida una Junta de Vigilancia, aunque sus usuarios se encuentran organizados de hecho, encontrándose actualmente en tramitación una solicitud de aprobación de constitución de Junta de Vigilancia.

De la investigación realizada, se identificaron 19 canales con su bocatoma en el Río Aconcagua, siendo estos:

1. Puente o Culebras
2. Escorial o Del Medio
3. Cisneros
4. Encón o Del Cerro
5. Nazaret o Carey
6. Agustinos y La Redonda

7. Comunidad Panquehue
8. Santa Isabel
9. Catemu del Alto
10. Turbina
11. Unificado: Catemu Bajo, Mercedes y Pepino o Huidobro
12. Chacay o Pedregales
13. Valdesano o Llay Llay
14. Estancilla o Chagres
15. Comunero o Ucuquer
16. Las Vegas – Molino
17. La Isla
18. Unificado: Comunidad Romeral, La sombra o Grande
19. Captación Las Vegas o Esval

En esta segunda sección del río Aconcagua se encuentran las siguientes estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas:

- Río Aconcagua en San Felipe
- Estero Catemu en puente Santa Rosa

**Tercera Sección:** Esta conformada por el tramo del río Aconcagua comprendido entre La Puntilla de Romeral y el puente de ferrocarril ubicado después de la junta del río Aconcagua con el estero San Isidro.

Esta sección de río está abastecida, por los remanentes de la segunda sección, derrames de canales y sus recursos propios provenientes de estero El Melón o Los Litres, afluente en la parte media por su lado norte y por el estero Rabuco por su lado sur, recibiendo al final de la sección el estero San Isidro o Pocochay.

Al igual que la primera sección, esta posee una Junta de Vigilancia, (llamada también Junta de Vigilancia sector Quillota) legalmente constituida por Decreto Supremo N°2501 de 4 de diciembre de 1957, con jurisprudencia desde el canal unificado Ocoa y Pequeños hasta el canal Molino de Rautén, ambos incluidos.

Los canales que tienen su Bocatoma directamente en el río Aconcagua y pertenecen a la tercera sección corresponden a:

- Unificado Ocoa y Pequeños
- El Melón
- Purutún
- Comunidad Hijuelas o Nogales
- Torrejón o Los Chinos
- Serrano
- Waddington

- Unificado: Calle Larga y Pocohay
- Ovalle o Urmeneta
- Mauco
- Boco
- Unificado: Candelaria y Comunidad Quillota
- Marfan
- San Pedro
- Rautén
- Molino de Rautén

La estación fluviométrica identificada en esta sección corresponde a:

- Río Aconcagua en Romeral

**Cuarta Sección:** Está conformada por el tramo del río Aconcagua comprendido entre el puente de ferrocarril ubicado después de la junta del río Aconcagua con el estero San Isidro y la desembocadura del río Aconcagua al Océano Pacífico.

Esta sección de río está abastecida, por las aguas remanentes de la tercera sección, derrames de canales y sus recursos propios provenientes del estero Rautén, afluente en la parte alta de la sección por su lado norte y por los sobrantes del estero Limache en su parte media por el lado sur.

Esta sección de río, al igual que la segunda, no posee Junta de Vigilancia.

Los canales que tienen su Bocatoma directamente en el río Aconcagua y pertenecen a la cuarta sección corresponden a:

- Tabolango N°2
- Colmo
- San Victor
- Con-Con Alto

La única estación identificada en la sección corresponde a la de Río Aconcagua en Puente Colmo, de propiedad de la Dirección General de Aguas.

**Sección Putaendo:** Está conformada por toda la subcuenca del río Putaendo, desde sus nacientes en la cordillera de Los Andes hasta la desembocadura al río Aconcagua en su segunda sección. El río Putaendo se forma en la junta del río Rocín por el oriente, y el estero Chalaco por el norte, recibiendo más abajo de la junta con el río Rocín, por su lado oriental, al estero Los Maquis (o Los Encañados) y algunas quebradas menores.

En esta sección se encuentra constituida la Junta de Vigilancia del Putaendo, por Decreto Supremo N°110 de 6 de abril de 1993. La Junta de Vigilancia, controla todos los canales, que han sido unificados con una captación única ubicada justo después de la junta del río Rocín y el estero Chalaco, cuyo caudal es controlado por la estación fluviométrica río Putaendo en Resguardo Los Patos, de la Dirección General de aguas.

### **2.3.1 División de la Cuenca del Aconcagua De Acuerdo Al Anteproyecto de Norma: Las Áreas De Vigilancia.**

De acuerdo a lo señalado por el artículo 7 del anteproyecto de norma secundaria de calidad del agua para la cuenca del Aconcagua, se señala que *“Para efectos de la fiscalización del cumplimiento de la presente norma, se han establecido para la cuenca del río Aconcagua 16 Áreas de Vigilancia, de las cuales 4 pertenecen al río Aconcagua, 2 al río Blanco, 1 al río Juncal, 1 al río Colorado y 1 al río Putaendo, 2 al Estero Pocuro y 1 en cada uno de los esteros, Limache, Los Litres, Los Loros y Catemu.”*

En concordancia con lo señalado por el anteproyecto de norma, este estudio realizará los análisis económicos que le son propios, basados en las secciones señaladas en la tabla 2.1 siguiente y que se observan en las láminas N°2 y N°3.

**Tabla 2.1 Áreas de Vigilancia**

Cauce	Área de Vigilancia	Límites Área de Vigilancia	Estación de Vigilancia	Coordenada UTM
Río Blanco	Blanco 1	De: Naciente río Blanco Hasta: Est. DGA río Blanco antes bocatoma hidroeléctrica	Río Blanco antes bocatoma hidroeléctrica s/c bna	6351105, 382201
	Blanco 2	De: Est. DGA río Blanco antes bocatoma hidroeléctrica Hasta: Confluencia río Juncal	Río Blanco en río Blanco 05402001-5	6357930, 378749
Río Juncal	Juncal 1	De: Naciente río Juncal Hasta: Confluencia río Blanco	Río Juncal en juncal 05401003-6	6362920, 392546
Río Colorado	Colorado 1	De: Naciente río Colorado Hasta: Confluencia río Aconcagua	Río Colorado en Colorado 05406001-7	6363700, 367750
Río Aconcagua	Aconcagua 1	De: Confluencia río Blanco y Juncal Hasta: Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito	Río Aconcagua en Chacabuquito 05410002-7	6364621, 358958
	Aconcagua 2	De: Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito Hasta: Junta río Putaendo	Río Aconcagua en San Felipe (Puente El rey) 05410005-1	6374590, 337547
	Aconcagua 3	De: Junta río Putaendo Hasta: Est. DGA en Romeral	Río Aconcagua en Romeral 05423003-6	6364935, 310623
	Aconcagua 4	De: Est. DGA en Romeral Hasta: Sector La Higuera	Río Aconcagua en puente Colmo 05426003-2	6354900, 271756
Río Putaendo	Putaendo 1	De: Est. DGA Resg. Los Patos Hasta: Confluencia río Aconcagua	Río Putaendo en el badén 05414003-7	6379597, 336706
Estero Pocuro	Pocuro 1	De: Naciente estero Pocuro Hasta: Est. DGA Pocuro en el Sifón	Estero Pocuro en el sifón 05411001-4	6356766, 355873
	Pocuro 2	De: Est. DGA Pocuro en el Sifón Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Pocuro antes del río Aconcagua	6371966, 339026
Estero Quilpué	Quilpué 1	De: Naciente estero Quilpué Hasta: Confluencia río Putaendo	Estero Quilpué en desembocadura 05415001-6	6376767, 337759
Estero Catemu	Catemu 1	De: Naciente estero Catemu Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Catemu en Catemu 05421004-3	6376767, 337759
Estero Los Loros	Los Loros 1	De: Naciente estero Los Loros Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Las Vegas en desembocadura 05422001-4	6365073, 312994
Estero Los Litres	Los Litres 1	De: Naciente estero Los Litres Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Litre antes río Aconcagua 05424002-3	6371760, 293239
Estero Limache	Limache 1	De: Naciente estero Limache Hasta: Confluencia río Aconcagua	Estero Limache antes embalse los Aromos 05427001-1	6348710, 283889

Insertar Lamina N°2

Insertar Lamina N°3



## 2.4 Actividades Económicas y Usos Desarrollados En La Cuenca Del Aconcagua

Las principales actividades económicas en la cuenca del río Aconcagua son agricultura, minería e industria.

La actividad agrícola se desarrolla fundamentalmente en los alrededores de las ciudades de San Felipe y Los Andes, con cultivos de frutales, cereales, chacras y algo de floricultura.

Respecto a la actividad industrial, la minería metálica del cobre es la más importante y se centra en torno a las ciudades de Catemu y Los Andes.

Existe también algo de minería no metálica, que es la explotación de caliza que se destina principalmente a la producción de Cemento Melón, en la comuna de La Calera.

Además de estas actividades mineras existe una gran diversidad de actividades industriales, tales como conserveras e industrias de alimentos, fabricación de productos químicos industriales y frigoríficos relacionados con la conservación de todo tipo de carnes.

### 2.4.1 Usos del Suelo

En base a los documentos “**Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelo: Aplicación a la Cuenca del Aconcagua**” y “**Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad**” realizado por CADE-IDEPE para la Dirección General de Aguas, DGA, el uso de suelos en la cuenca está conformado de la siguiente manera.

La información referente a los Usos del suelo en la cuenca se presenta en la tabla 2.2 siguiente:

**Tabla 2.2 Clasificación Usos del suelo cuenca del río Aconcagua (Fuente: Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, DGA)**

Cuenca del río Aconcagua (Ha)	Usos del suelo	Superficie (hectáreas)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso(%)
734.000	Praderas	7.721	1
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	86.237	12
	Plantaciones forestales	3.394	0,5
	Áreas Urbanas e industriales	6.000	0,8
	Minería Industrial	1.037	0,1

Cuenca del río Aconcagua (Ha)	Usos del suelo	Superficie (hectáreas)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso(%)
	Bosque nativo y bosque mixto	29.227	4
	Otros Usos*	407.671	56
	Áreas sin vegetación	192.713	26

\*Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales.

#### 2.4.1.1 Uso Agrícola

El uso agrícola en la cuenca comprende aproximadamente 95.253 hectáreas equivalentes al 12.93% de la superficie total de la cuenca.

Los terrenos agrícolas se presentan en variadas zonas del valle del río Aconcagua. En el sector alto, las zonas agrícolas están presentes próximas al río Putaendo y Estero Pocuro; en el sector medio, próximas al Estero Los Loros y en el sector bajo de la cuenca, la superficie agrícola se presenta próxima al Estero Limache.

El sector agrícola más extenso e importante corresponde a la provincia de Quillota, San Felipe de Aconcagua y Los Andes con 35.003 hectáreas, 33.589 hectáreas y 17.451 hectáreas respectivamente. También destacan, en esta zona, los cultivos de cereales y chacras (trigo y porotos).

La superficie de uso agrícola (tabla 2.3), se destina a una gran diversidad de especies entre las que destacan; las chacras que ocupan la superficie más importante con 24.106,4 há, lo que equivale al 25,3% del total de la superficie agrícola, en segundo lugar se incluyen los cultivos de hoja perenne con 18.368.3há, equivalente al 19.3%, mientras que el cultivo de uva, representa el 3º cultivo más importante, si se incluye uva de mesa y viñas, correspondiendo a cerca del 16,3% del área total. No aparece en la tabla la uva incluida en los frutales caducos.

La alfalfa también se aprecia como un cultivo de cierta relevancia con casi 4.000 hectáreas que equivalen al 4,2% del área agrícola.

Dentro de gramíneas, se agrupó a los cultivos avena, cebada, centeno, maíz y trigo, los cuales ocupan una superficie de 2.854,82 hectáreas, equivalentes a casi el 3% del área de uso agrícola.

Llama la atención la presencia de invernaderos de tomates, los cuales cubren una superficie de 1.997 hectáreas, igual al 2,1% del área.

**Tabla 2.3 Caracterización del uso del suelo agrícola en la cuenca del río Aconcagua**  
(Fuente: Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelos: Aplicación a la Cuenca del río Aconcagua)

Uso	Superficie (ha)	Porcentual respecto al área agrícola (%)	Porcentual respecto de la cuenca (%)
Alfalfa	3996.95	4.1953	0.5425
Arándano	3.95	0.0041	0.0006
Bosque	933.68	0.9805	0.1269
Chacra	24106.38	25.3092	3.2739
Curagüilla	116.60	0.1225	0.0157
Eucaliptos	163.19	0.1715	0.0222
Flores	35.82	0.0376	0.0050
Frambuesas	114.18	0.1199	0.0154
Frutal hoja caduca	11924.09	12.5200	1.6209
Frutal hoja perenne	18368.33	19.2832	2.4946
Frutillas	1.46	0.0015	0.0002
Gramíneas	2854.82	2.9971	0.3872
Humedal	16.06	0.0169	0.0022
Inv. Tomate	1997.44	2.0981	0.2716
Invernadero de flores	22.22	0.0233	0.0031
Kiwi	357.69	0.3755	0.0488
Maravilla	4.22	0.0044	0.0006
Matorral	3280.03	3.4437	0.4457
Otros	8143.44	8.5506	1.1041
Pradera	1778.85	1.8668	0.2422
Reserva Nacional Ecológica	45.46	0.0477	0.0062
Suelo arado	876.51	0.9200	0.1188
Suelo desnudo	439.11	0.4611	0.0597
Tabaco	110.80	0.1163	0.0150
Tunas	46.04	0.0483	0.0063
Uva	15515.86	16.2887	2.1056
TOTAL	95253.18	100.0038	12.9350

Nota: Dentro de la categoría Otros se incluye: plantas ornamentales, álamos, malezas, secado de uva, basural clandestino, áridos, aserradero, caballeriza, cerro, carretera, cementerio, central eléctrica, centro ecuestre, construcciones, criadero (aves, cerdos), embalses, tranques de relave, escombros, ganado, agroindustrias, lecherías, parque, planta tratamiento de aguas, santuario, centrales hidroeléctricas, tierra de hoja, riberas de río, tranques, viveros y campamentos.

#### 2.4.1.2 Uso Forestal

Si bien el uso forestal no es de los más importantes en la cuenca, se logra desarrollar en algunas zonas. Las plantaciones de bosque, alcanzan 3.394 hectáreas (0,5%). La superficie que corresponde a bosque nativo es de 29.226 hectáreas.

Dentro de la cuenca, las provincias con mayor importancia según superficie destinada a la actividad forestal son, Quillota (2.181 hectáreas) y Valparaíso (1.192 hectáreas) ya que ambas concentran el 64% y 35% respectivamente de la superficie destinada a este tipo de uso.

La distribución de la superficie destinada al uso forestal en la cuenca, es la siguiente (tabla 2.4):

**Tabla 2.4 Superficie forestal cuenca del río Aconcagua**  
(Fuente: Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelos: Aplicación a la Cuenca del río Aconcagua)

Provincia	Hectáreas	Superficie (%)
Quillota	2.181	64
Valparaíso	1.192	35
San Felipe de Aconcagua	22	0,6
Los Andes	0	0

La superficie forestal anterior, está constituida principalmente por plantaciones de Eucaliptus.

#### 2.4.1.3 Uso Urbano

El uso urbano del suelo está dado por el emplazamiento de la población mayoritariamente en la cuenca media e inferior del Aconcagua. En este sector, las ciudades con mayor número de población urbana corresponden a Quillota, San Felipe, Los Andes, y La Calera que alcanzan un total de 227.009 habitantes, según el censo del 2002.

En cuanto a la distribución espacial de las localidades anteriores, éstas se encuentran próximas al principal cauce de la cuenca, el río Aconcagua.

El uso urbano, abarca una superficie de 6.000 hectáreas correspondientes al 0,8% de la superficie total de la cuenca. Este tipo de uso, comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales.

La superficie destinada a la minería industrial, comprende una superficie de 1.037 hectáreas equivalente al 0,1% del total de la superficie de la cuenca. Entre las empresas mineras que se emplazan en la cuenca, se puede mencionar a CODELCO División Andina, Compañía Minera Disputada de las Condes con las

faenas mineras: Fundición Chagres, Planta El Soldado, Planta El Cobre y Mina Los Bronces, actualmente en operación y dedicadas a la explotación del mineral de cobre. También destaca la empresa minera Cemento Melón y sus faenas Cantera 71 y Mina Navío dedicadas a la explotación de caliza. Es importante destacar además, que existe un número importante de faenas mineras de pequeño y mediano tamaño emplazadas en gran parte de la superficie de la cuenca, las cuales se dedican principalmente a la explotación de cobre.

#### 2.4.1.4 Áreas bajo protección oficial y conservación de la biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplazan en la cuenca, corresponden al Parque Nacional La Campana y la Reserva Nacional río Blanco. La superficie total abarcada por estas áreas es de 8.945 hectáreas, equivalentes al 1,2% de la superficie total de la cuenca.

En la cuenca existe sólo un sitio de Conservación de la Biodiversidad, correspondiente a la Cordillera El Melón.

### 2.4.2 Síntesis: Caracterización Del Uso Del Suelo<sup>2</sup>

La superficie de la cuenca corresponde a 736.475.73 hectáreas, de acuerdo a lo señalado en la tabla 2.5, de las cuales 95.253.20 hectáreas son de uso agrícola lo que representa el 12,93% de la superficie total. Con relación a las áreas urbanas e industriales, se ubican en 1.453,86 hectáreas con un 0,2% del total. Los bosques ocupan una superficie 47.853,06 hectáreas (6,5% del total) y las praderas y matorrales cubren 332.150,33 hectáreas (45,1% del total).

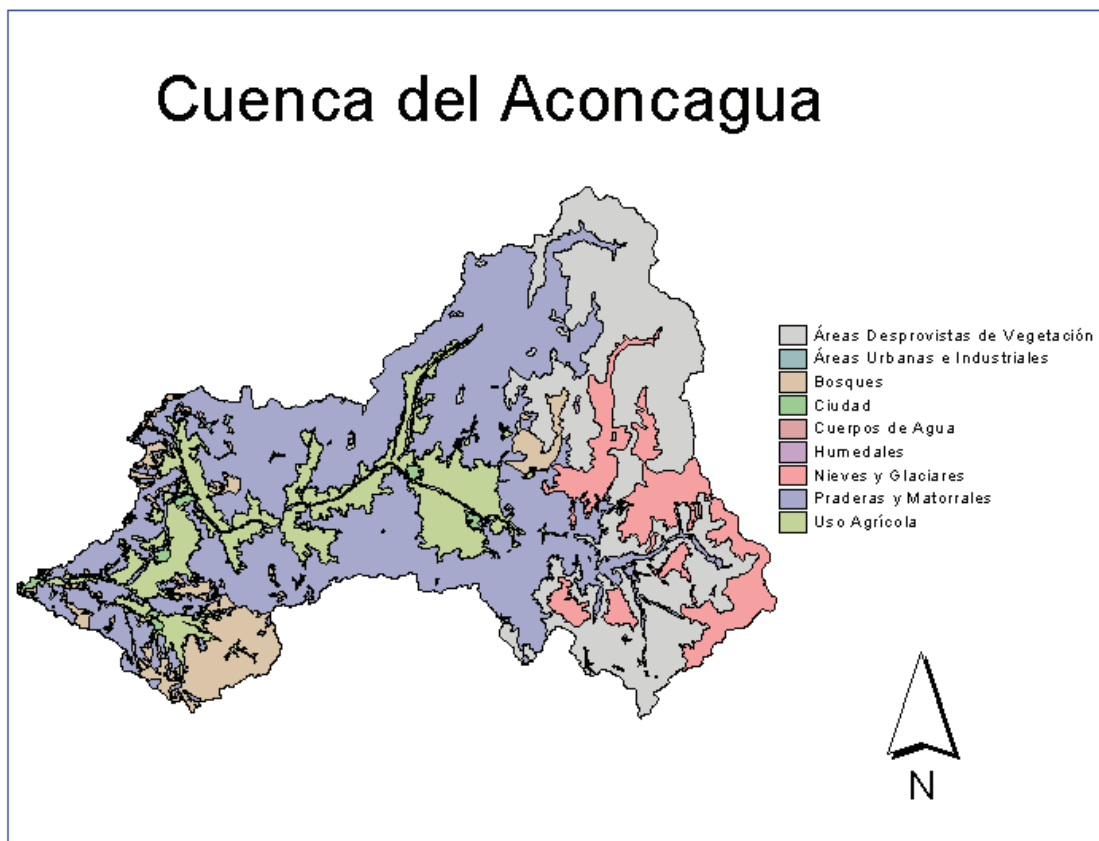
**Tabla 2.5 Caracterización del uso del suelo en la cuenca del río Aconcagua**  
(Fuente: Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelos: Aplicación a la Cuenca del río Aconcagua)

Uso	Superficie (ha)	Porcentual respecto de la cuenca (%)
Áreas Desprovistas de Vegetación	187251.55	25.43
Áreas Urbanas e Industriales	1453.86	0.20
Bosques	47853.06	6.50
Ciudad	5113.73	0.69
Cuerpos de Agua	722.93	0.10
Humedales	525.48	0.07
Nieves y Glaciares	66151.59	8.98

<sup>2</sup> Fuente: Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelos: Aplicación a la Cuenca del río Aconcagua. Realizado por la U. Mayor para el SAG, Año 2005.

Praderas y Matorrales	332150.33	45.10
Uso Agrícola	95253.20	12.93
TOTAL	736475.73	100.00

La ilustración 2.2 muestra los usos de suelo señalados en la cuenca del Aconcagua.



**Ilustración 2.2 Mapa temático relativo al uso del suelo en la cuenca del río Aconcagua**

Como conclusión general de esta sección, es posible señalar que los usos de carácter silvoagropecuario, centro del análisis del presente estudio, se desarrollan mayoritariamente en la cuenca media e inferior del Río Aconcagua.

## 2.5 Usos Del Agua En La Cuenca Del Aconcagua

### 2.5.1 Información Fluviométrica

La información fluviométrica de que se dispone corresponde a la proporcionada por el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la Dirección General de Aguas. El detalle para la cuenca del Aconcagua es el siguiente:

**Tabla 2.6 Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Aconcagua**

Nombre	Período De Registro
Río Juncal En Juncal	1970-2001
Río Blanco En Río Blanco	1970-2001
Río Aconcagua En Río Blanco	1970-2001
Río Colorado En Colorado	1964-2001
Río Aconcagua En Chacabuquito	1950-2001
Río Putaendo En Resguardo Los Patos	1950-2001
Estero Pocuro En El Sifón	1950-2001
Río Aconcagua En San Felipe	1962-2001
Río Aconcagua En Romeral	1961-1978
Estero Catemu En Puente Santa Rosa	1986-2001

Como se ha señalado, el régimen del río Aconcagua es nivo - pluvial, ya que en la parte alta de su cuenca, donde están sus ríos tributarios de alta cordillera Colorado, Juncal y Blanco, presenta un régimen nival; en cambio en la parte baja de la cuenca comienza a tomar importancia la influencia pluvial.

### 2.5.2 Usos del Agua

Las aguas superficiales presentes en la cuenca hidrográfica del río Aconcagua se utilizan de diferentes maneras. Se han diferenciado tipos de usos del agua, los cuales se han agrupado en usos in-situ, usos extractivos y usos ancestrales.

Las fuentes utilizadas en esta sección corresponden a:

- Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca del Río Aconcagua (Departamento de Recursos Hídricos DGA, Enero 2004).
- Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Aconcagua. Elaborado por CADE-DEPE para la Dirección General de Aguas (Diciembre 2004).
- Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas y suelos: Aplicación a la Cuenca del río Aconcagua. Elaborado por la Universidad Mayor para el Servicio Agrícola y Ganadero, Año 2005.

### 2.5.3 Usos In – Situ

Los usos de agua in-situ corresponden a aquellos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua. A continuación se mencionan los usos in-situ en esta cuenca que se relacionan con la calidad del agua:

#### 2.5.3.1 Acuicultura

Para esta cuenca, no existen zonas de acuicultura informadas por la Subsecretaría de Pesca. Sin embargo, se han identificado bocatomas para este uso en el río Blanco, lo que podría indicar que su uso es industrial.

#### 2.5.3.2 Pesca deportiva y recreativa

No se han identificado grandes zonas donde se desarrolle esta práctica.

#### 2.5.3.3 Usos Extractivos

Los usos extractivos son aquellos en los cuales el agua se extrae o se consume en su lugar de origen. Los usos extractivos identificados en esta cuenca son:

##### 2.5.3.3.1 Riego

La demanda bruta al año según datos de 1997 era de 1.023.585.000 m<sup>3</sup>/año y la demanda neta de 429.175.000 m<sup>3</sup>/año.

##### 2.5.3.3.2 Captación para agua potable

El uso para la captación de agua potable es aquel que contempla la utilización en las plantas de tratamiento para el abastecimiento tanto residencial como industrial.

En el siguiente cuadro se identifican las captaciones superficiales de ESVAL S.A., cuya fuente es el río Aconcagua, indicándose su capacidad y sistema que abastecen:



**Tabla 2.7 Servicio de agua potable de la cuenca del Aconcagua (l/s) (Fuente: Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, DGA)**

Captación	Planta	Sistema	Capacidad
Bocatoma nueva en Segunda Sección Río Aconcagua	Las Vegas	Gran Valparaíso, La Calera,	1,470
Bocatoma antigua en Segunda Sección Río Aconcagua	Las Vegas		1,000
Bocatoma en Cuarta Sección Río Aconcagua	Concón	Limache	1,400
Captación superficial Estero Riecillos	El Sauce	Los Andes-Calle Larga-Curimón	19
Captación superficial en Primera Sección Río Aconcagua	El Sauce		100
Captación superficial Canal La Petaca	El Sauce	San Rafael	35
Bocatoma Canal Waddington	La Cruz	La Cruz-Quillota	80

Sólo ha sido posible asignar algunas de estas captaciones a segmentos específicos. Además, en los sistemas de información de la DGA y CNR se han identificado otras bocatomas.

#### 2.5.3.3.3 Generación de energía eléctrica

En la cuenca del Aconcagua existen cuatro centrales hidroeléctricas en operación:

- Central Los Quilos
- Central el Sauce
- Central Aconcagua
- Central Chacabuquito

Además de estas centrales, en los sistemas de información de la DGA y CNR se han detectado otras bocatomas para este uso en los ríos Blanco, Juncal y Colorado.

#### 2.5.3.3.4 Actividad industrial

La demanda industrial bruta según datos del año 1997 correspondía a 80.476.200 m<sup>3</sup>/año y la demanda neta a 54.180.000 m<sup>3</sup>/año.

Considerando el crecimiento de la actividad industrial en la región se estima como demanda proyectada al año 2017 un total de 153.065.730 m<sup>3</sup>/año de demanda bruta y 103.050.360 m<sup>3</sup>/año de demanda neta.

#### 2.5.3.3.5 Actividad minera

En la cuenca existen 9 industrias mineras (plantas de procesamiento de mineral) de importancia, siendo entre ellas las plantas de Saladillo, El cobre, y la Fundición Chagres las mayores demandantes de agua. Las Empresas mineras de

mayor importancia son: Río Blanco, Sur-Sur de la División Andina de Codelco, Andacollo y El Soldado.

En total las industrias mineras presentes en la cuenca utilizan 39.248.280 m<sup>3</sup>/año de agua en sus procesos productivos.

También la empresa Cemento Melón posee derechos de aprovechamiento de aproximadamente 300 l/s.

Sólo se han podido localizar exactamente las faenas de Saladillo (en río Blanco) y El Melón, las cuales representan la mayor demanda de agua del sector minero.

El resto de las minas utilizan recursos hídricos subterráneos.

## 2.6 Conclusión: Usos Silvoagropecuarios De La Cuenca Del Aconcagua

De acuerdo a la información proporcionada por el **Catastro de Usos de Suelo de la Cuenca del Aconcagua**, fue posible distinguir en términos generales que:

- Los usos de suelo se desarrollan principalmente en la sección media e inferior del Río Aconcagua y sus afluentes.
- Una alta densidad de usos silvoagropecuarios se desarrolla en la sección segunda del Río Aconcagua (San Felipe) y la sección 4ª (Quillota).
- Como era previsible, los usos de suelo silvoagropecuarios se desarrollan de manera lineal, paralelo al curso del Río, lo que se produce en casi toda la cuenca, a excepción de la sección 2ª y 4ª del Aconcagua.

En conclusión, del análisis geográfico realizado a partir de la información entregada por la contraparte técnica (SAG)- que se observa en la lámina N°4 -, fue posible distinguir que los usos silvoagropecuarios en la cuenca son preferentemente desarrollados en las siguientes áreas de vigilancia (tabla 2.8):

**Tabla 2.8 Áreas de Vigilancia con Usos Silvoagropecuarios Asociados (Fuente: Anteproyecto de Norma Secundaria)**

Nº	Nombre A. Vigilancia
1	Río Aconcagua 2
2	Río Aconcagua 3
3	Río Aconcagua 4
4	Estero Catemu
5	Estero Limache
6	Estero Los Litres
7	Estero Los Loros
8	Estero Pocuro 2
9	Río Putaendo
10	Estero Quilpué

De acuerdo a esta conclusión general, las áreas de vigilancia que serán evaluadas en cuanto su impacto económico de la norma de calidad, serán las señaladas en la tabla 2.8, correspondientes a las áreas en las cuales fueron identificados usos de carácter silvoagropecuario dentro de la cuenca del Aconcagua.

Insertar Lámina N°3

### 3 Calidad De Las Aguas De La Cuenca

#### 3.1 Parámetros normados

Los elementos o compuestos que determinan la calidad objetivo de las aguas superficiales de los cauces de los cursos de agua incluidos dentro de la norma son los que aparecen en la Tabla 3.1 Los valores máximos y mínimos expresados están referidos a concentraciones, rangos y unidades totales respecto a los elementos o compuestos que correspondan.

Los cursos de agua considerados por la norma son: Río Aconcagua, Río Blanco, Río Colorado, Río Juncal, Río Putaendo, Estero Quilpué, Estero Pocuro, Estero Catemu, Estero Los Loros, Estero Los Litres y Estero Limache.

**Tabla 3.1 Grupo de elementos o compuestos determinantes para la calidad secundaria de las aguas superficiales del río Aconcagua y sus tributarios principales (Fuente :Anteproyecto de Norma Secundaria)**

GRUPO DE ELEMENTOS O COMPUESTOS		UNIDAD
<b>INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS y BIOLÓGICOS</b>		
	Conductividad eléctrica	μS/cm
	DBO <sub>5</sub>	mg/L
	Oxígeno disuelto <sup>1</sup>	mg/L
	pH <sup>2</sup>	Rango
	RAS <sup>3</sup>	-
	Sólidos disueltos	mg/L
	Temperatura <sup>4</sup>	°C
<b>INORGÁNICOS</b>		
	Cloruro	mg/L
	Nitrato	mg/L
	Nitrito	mg/L
	Sulfato	mg/L
	Fosfato	mg/L
<b>METALES ESENCIALES TOTALES</b>		
	Cobre <sup>6</sup>	μg/L
	Hierro	mg/L
	Manganeso	mg/L
	Molibdeno	mg/L
	Zinc <sup>6</sup>	mg/L
<b>METALES NO ESENCIALES TOTALES</b>		
	Aluminio	mg/L
	Arsénico	mg/L
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>		
	Coliformes fecales	NMP/100 ml
	Coliformes totales	NMP/100 ml

1= Expresado en términos de valor mínimo

2= Expresado en términos de valor máximo y mínimo

3= Razón de adsorción de sodio (RAS). Relación utilizada para expresar la actividad relativa de los iones sodio en las reacciones de intercambio con el suelo. Cuantitativamente como miliequivalentes:

$$RAS = \frac{Na}{[(Ca + Mg)/2]^{1/2}}$$

En que, Na; Ca y Mg = Son respectivamente las concentraciones, en miliequivalentes por litro, de iones sodio, calcio y magnesio.

4= Diferencia entre la temperatura de la zona analizada y la temperatura máxima, o la mínima del agua, según corresponda de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 3.2 Temperaturas máximas y mínimas por estación del año, para cada área de vigilancia. (Fuente: Anteproyecto de Norma Secundaria)**

Área de Vigilancia	Temperatura (°C) Verano		Temperatura (°C) Otoño		Temperatura (°C) Invierno		Temperatura (°C) Primavera	
	max	min	max	min	max	min	max	min
Blanco 1	12,5	4,0	10,6	4,8	6,1	2,3	8,3	4,8
Blanco 2	17,5	10,5	15,3	2,0	13,0	4,0	14,5	7,0
Juncal 1	10,2	4,2	9,0	2,1	9,5	0,1	12,2	3,5
Colorado 1	25,5	8,0	18,7	5,0	13,5	4,0	19,5	7,0
Aconcagua 1	16,0	7,0	10,8	5,0	10,0	3,0	16,0	5,0
Aconcagua 2	23,8	11,0	19,1	8,0	14,5	4,0	19,0	9,0
Aconcagua 3	24,5	13,5	20,7	11,0	18,0	8,0	25,0	13,9
Aconcagua 4	24,8	12,0	22,0	8,0	18,0	9,0	24,0	14,0
Putando 1	b							
Pocuro 1	25,0	12,0	16,8	5,0	12,0	5,0	23,0	9,0
Pocuro 2	b							
Quilpué 1	29,0	14,0	19,9	8,0	16,0	3,9	22,6	12,7
Catemu 1	23,2	13,0	19,5	10,0	18,0	11,0	23,5	14,0
Los Loros 1	23,1	12,0	20,0	12,0	18,0	10,2	22,0	14,0
Los Litres 1	23,9	15,0	18,8	5,0	16,0	10,0	23,0	11,0
Limache 1	25,6	16,0	20,0	11,0	18,0	7,0	25,3	13,0

5= Sustancias activas al azul de metileno (SAAM).

6= Las concentraciones máximas del elemento o compuesto, son calculadas para una dureza de 100 mg/l de CaCO<sub>3</sub>. Para otras durezas, la concentración máxima expresada en mg/L, se determinará de acuerdo a las fórmulas siguientes:

<sup>b</sup> Nivel de información insuficiente o inexistente, queda pendiente para revisión de la norma

**Tabla 3.3 Cálculo de Dureza**

Compuesto o elemento	Expresión
Cadmio	$\{1,101672 - [\ln(\text{dureza}) * (0,041838)]\} * \exp(0,7852 [\ln(\text{dureza})] - 2,715)$
Cobre	$0,960 * \exp(0.8545 [\ln(\text{dureza})] - 1,702)$
Plomo	$\{1,46203 - [\ln(\text{dureza}) * (0,145712)]\} * \exp(1,273 [\ln(\text{dureza})] - 4,705)$
Zinc	$0,986 * \exp(0,8473 [\ln(\text{dureza})] + 0,884)$

## 3.2 Áreas de Vigilancia

La norma ha establecido para la cuenca del río Aconcagua 16 Áreas de Vigilancia, de las cuales 4 pertenecen al río Aconcagua, 2 al río Blanco, 1 al río Juncal, 1 al río Colorado y 1 al río Putaendo, 2 al Estero Pocuro y 1 en cada uno de los esteros, Limache, Los Litres, Los Loros y Catemu. Las áreas de vigilancia con sus respectivos límites geográficos se listan en la **Tabla 2.1** del presente informe. De acuerdo a lo señalado en la sección 2.6 Conclusión: Usos Silvoagropecuarios De La Cuenca Del Aconcagua, de las 16 áreas de vigilancia, solo 10 de ellas serán evaluadas.

## 3.3 Calidad Objetivo

De acuerdo a la definición considerada en la norma corresponde a “la meta de calidad para el recurso hídrico que se desea mantener o alcanzar en un determinado período. La calidad objetivo se determina sobre la base de la existencia de comunidades acuáticas, vida silvestre, ecosistemas, y la calidad existente al iniciarse el proceso de implementación de la presente norma. Asimismo, en dicho proceso se considera la calidad natural del recurso y criterios sitio-específicos como la sensibilidad de las especies a las condiciones del medio natural en que habitan, las características físicas y químicas particulares del lugar que alteran la biodisponibilidad, la toxicidad y/o la existencia de recursos hídricos con características únicas, escasas y representativas”.

### 3.3.1 Criterios para determinar Calidad Objetivo

El Anteproyecto de norma responde a un principio de gradualidad y de congelamiento inicial de la contaminación actual de la cuenca.

Por lo tanto, los límites máximos permitidos en el agua en las 16 áreas de vigilancia corresponden mayoritariamente a la calidad actual observada de los diferentes parámetros.

Sin embargo existen excepciones a este criterio:

En primer lugar, cuando la calidad actual de cierto parámetro en un área determinada de la cuenca se encuentra por sobre las recomendaciones o

normativas nacionales (Clase de Calidad 4 o Mala calidad, según la “Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas”), e internacionales de concentración aceptable, la calidad objetivo corresponde al valor máximo establecido para la Clase 3 en la citada Guía de CONAMA. Dicha situación se presentó en los siguientes casos:

- Cobre, en Blanco 1.
- Manganeso, en Blanco 1, Colorado 1, Aconcagua 1, Aconcagua 2, Pocuro 2, Quilpué 1, Limache 1.
- Aluminio, en Blanco 1, Aconcagua 2, Quilpué 1.
- Hierro, en Colorado 1.
- Aceites y Grasas, en Blanco 2, Juncal 1, Colorado 1, Aconcagua 1, Aconcagua 3, Aconcagua 4 y Putaendo 1.

La segunda excepción, definida como “criterio de decencia” se aplicó a los indicadores microbiológicos, es decir, se fijó un valor norma de 1.000 NMP/100 ml para Coliformes fecales y 2.000 NMP/100 ml para Coliformes totales, dado que la calidad actual de las aguas presentan un valor superior al valor máximo de la Clase 1 de la Guía de CONAMA. Dicho criterio responde a la necesidad de ser coherentes con las normativas nacionales (NCh 1.333, D.S. N° 90/00 MINSEGPRES), los casos en que se utilizó este criterio son los siguientes:

- Coliformes Fecales: en Colorado 1, Aconcagua 2, Aconcagua 4, Putaendo 1, Pocuro 1, Pocuro 2, Quilpué 1, Los Loros 1, Los Litres 1, Limache 1.
- Coliformes Totales: en Aconcagua 2, Aconcagua 4, Putaendo 1, Pocuro 1, Pocuro 2, Quilpué 1, Los Loros 1, Los Litres 1, Limache 1.

La tercera excepción, corresponde a aquellos parámetros en que la calidad actual para un área de vigilancia determinada, se encuentra por debajo del límite máximo establecido para la Clase de Excepción según la Guía de CONAMA. En estos casos, con el fin de mantener dicha clase (muy buena) y a la vez prevenir la declaración de zonas latentes en sectores de buena calidad de agua, se fijó como calidad objetivo el valor límite de la Clase Excepcional de la Guía de CONAMA. Los casos en que se usó este criterio son los siguientes:

- Conductividad eléctrica: en todas las Áreas de Vigilancia menos Juncal 1, Los Loros 1, Los Litres 1 y Limache 1.
- DBO5: en Blanco 2, Juncal 1 y Colorado 1.
- Oxígeno disuelto: todas las Áreas de Vigilancia
- RAS: todas las Áreas de Vigilancia
- Sólidos disueltos: todas las Áreas de Vigilancia menos Blanco 1, Aconcagua 4, Pocuro 1, Quilpué 1, Catemu 1, Los Loros 1 (estas últimas 5 áreas no normadas por falta de información) y Los Litres 1.



- Cloruros: todas las Áreas de Vigilancia
- Nitritos: en todas las Áreas de Vigilancia menos Blanco 1, Pocuro 1, Quilpué 1, Catemu 1, Los Loros 1 (todos estos no normados por falta de información)
- Sulfato: en Colorado 1, Aconcagua 3, Putaendo 1, Pocuro 1, Pocuro 2, Quilpué 1, Catemu 1, Los Loros 1, Limache 1.
- Detergentes: en Blanco 2 y Aconcagua 2. En el resto de las áreas de vigilancia no se encuentra normado por falta de información.
- Hierro: en Pocuro 1, Catemu 1, Los Litres 1, Limache 1.
- Manganeseo: en Pocuro 1.
- Zinc: todas las Áreas de Vigilancia menos Blanco 1, Aconcagua 1.
- Arsénico: todas las Áreas de Vigilancia.

### **3.4 Programa de monitoreo y/o control de la norma**

De acuerdo a lo señalado en el Anteproyecto de norma, los 23 parámetros normados serán monitoreados 4 veces al año (1 por estación) en las 16 áreas de vigilancia indicadas anteriormente.

Al término del tercer año de operación de la norma, ó una vez que se tengan 12 mediciones de cada parámetro en cada área de vigilancia, se procederá a la evaluación de cada uno de ellos y su correspondiente comparación de acuerdo a los valores normados. Será durante el cuarto año de promulgada la norma, cuando se determinen zonas de latencia y/o de saturación por diferentes parámetros ambientales, con los consecuentes planes de prevención y/o descontaminación, si procede. Es esperable entonces que la formulación por parte de la Autoridad competente y su implementación, de los planes indicados, se realice durante el quinto año.

### **3.5 Consideraciones del estudio**

El presente estudio tomó como referencia para la sucesión de acontecimientos que se derivan de un proceso de implementación de una norma de calidad secundaria como es el Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua de la Cuenca del Río Aconcagua, el proceso establecido por los organismos que participan como contraparte técnica de este estudio.

Por lo anterior, se considera para la evaluación económica del impacto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua de la Cuenca del Río Aconcagua en el sector silvoagropecuario el siguiente esquema:

<b>Eventos</b>	<b>Publicación Norma</b>			<b>Declaración de Zonas</b>		<b>Implementación Planes</b>				
<b>Año N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Año</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Etapas</b>	<b>Monitoreo de Parámetros</b>			<b>Elaboración de Planes de Saturación y Prevención</b>		<b>Implementación de Planes de Descontaminación y Prevención &gt;&gt;&gt; Comienzan efectos de Norma en valor de Parámetros</b>				

**Ilustración 3.1** Etapas Supuestas Para Evaluación Económica De Norma Secundaria De Calidad De Agua De La Cuenca Del Río Aconcagua

De este esquema se desprende que los tres primeros años serán sólo de monitoreo de los parámetros normados (Artículo 16 del Anteproyecto de norma).

A principio del cuarto año (año 2009), según los valores de los parámetros de los últimos 3 años (2006, 2007 y 2008) se calculará el percentil 66 de estos valores obtenidos y se compararán con los valores máximos fijados por la Norma Secundaria para cada parámetro normado en cada área de vigilancia. De acuerdo a los resultados obtenidos se declararían zonas de saturación para los casos en que el percentil 66 de los valores monitoreados sea superior al valor máximo fijado por la norma para cada parámetro en cada área de vigilancia y se declararían zonas de latencia en los casos en que el percentil 66 de los valores monitoreados sea superior al 80% del valor máximo fijado por la norma e inferior al valor máximo fijado por la norma.

Durante el cuarto y quinto año (año 2009 y 2010) se estima que se elaborarán los Planes de Descontaminación, para las zonas declaradas en Saturación y los Planes de Prevención, para las zonas declaradas en Latencia (Artículo 17 del Anteproyecto de norma).

El sexto año (año 2011) se comenzarían a implementar los Planes de Descontaminación y Planes de Prevención, por lo tanto sólo a partir del sexto año (año 2011), se producirían efectos de la Norma secundaria de Calidad de Agua en los valores de los parámetros Normados.

Para evaluar los efectos económicos de la Norma en el sector silvoagropecuario se consideran los cultivos regados con aguas superficiales provenientes del Río Aconcagua y sus tributarios normados y se supone que la Norma secundaria no tiene efecto sobre los cultivos regados con aguas subterráneas.

## 4 Metodología

Para realizar la evaluación económica del impacto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua de la Cuenca del Río Aconcagua en el sector silvoagropecuario se aplica la siguiente metodología:

- Análisis estadístico del comportamiento histórico de los parámetros que contempla la norma.
- Análisis de la demanda hídrica de los principales rubros silvoagropecuarios de la cuenca.
- Determinación de la situación futura con y sin proyecto esperada y su relación con los rubros silvoagropecuarios de relevancia para la cuenca.
- Cuantificación económica de los impactos.

### 4.1 Análisis estadístico

#### 4.1.1 Proyección de parámetros (Ver esquema metodológico en Anexo N°6)

El análisis estadístico se realiza en las siguientes etapas:

1. Para los parámetros en que existe información se consideran los valores estacionales desde el verano del año 2000 a la primavera del año 2004.
2. Los valores serán desestacionalizados, para esto se calcula el coeficiente de estacionalidad para cada estación, como a continuación se señala:

**Coeficiente de estacionalidad= Promedio Estación / Promedio Total**

Luego se obtienen los valores desestacionalizados dividiendo los valores originales por el coeficiente de estacionalidad respectivo.

3. A continuación se realiza una regresión lineal con los valores desestacionalizados.
4. Con la recta obtenida mediante la regresión lineal se proyectan los valores de los parámetros desde el verano del año 2005 a la primavera del año 2015, con esto se obtendrán valores proyectados desestacionalizados.

5. Los valores proyectados desestacionalizados se multiplican por los coeficientes de estacionalidad para obtener finalmente los valores proyectados con estacionalidad.
6. En los casos en que falta el valor del parámetro para una estación, este se reemplaza por el promedio del valor de los dos parámetros más cercanos. Este criterio se utiliza en todos los parámetros y áreas de vigilancia para el valor del invierno del año 2004 ya que no existe medición en este periodo por parte de la Dirección General de Aguas.
7. Los valores de los parámetros que estén fuera de la tendencia general se corrigen con el promedio de los dos valores más cercanos. Se considera que un valor está fuera de la tendencia general cuando excede en 10 veces al segundo valor en orden decreciente.
8. En los casos en que los valores de los parámetros entre los años 2000 y 2004 son inferiores a 16 (faltan 4 Valores), no se aplica el método de desestacionalizar los valores, si no que se realiza una regresión lineal directamente con los valores originales.

Se utilizan regresiones de tipo lineal debido a que la alta dispersión observada de los valores históricos no permiten utilizar regresiones más complejas y además no existen fundamentos para suponer que los valores de los parámetros en el tiempo puedan tener comportamientos más complejos como exponenciales, parabólicos o polinomios de segundo o tercer grado.

Finalmente se calcula el percentil 66 de los valores obtenidos para los años 2006, 2007 y 2008 para cada parámetro. Según los resultados obtenidos se proyecta la declaración de Zonas Saturadas, cuando el percentil 66 obtenido es superior al valor máximo fijado para ese parámetro por la Norma y de Zonas de Latencia cuando el percentil 66 obtenido es superior al 80% del valor máximo establecido por la Norma y menor que este valor máximo.

Según los resultados obtenidos se estimarán los parámetros y las Áreas de Vigilancia, en las cuales la Implementación de la Norma Secundaria de calidad de Agua tendrá impacto en el valor de los Parámetros Normados.

En el Anexo N°1 Planillas de Proyecciones, se presenta un cuadro resumen de las proyecciones de los diferentes parámetros en las distintas Áreas de Vigilancia. Se presenta un resumen con:

- Los indicadores físico-químicos-biológicos y orgánicos,
- Indicadores Inorgánicos, e
- Indicadores Metales esenciales totales.

El resto de las proyecciones se presenta en Archivo digital.

#### **4.1.2 Cuantificación del efecto de la Norma en el valor de los Parámetros**

De la proyección de parámetros realizada, se considera que tendrán un impacto en el sector agrícola todos aquellos parámetros que determinen la condición de latencia o saturación por superación de la norma.

No serán considerados en el análisis aquellos parámetros que se encuentren acorde a la calidad normada y que arrojen una condición Fuera de Peligro, o que simplemente no exista actividad agrícola o no exista información suficiente para cuantificar la calidad actual del agua del río Aconcagua.

Es importante referirse al Decreto Supremo N° 90/2000, ya que en la actualidad se encuentra vigente y establece el nivel máximo de emisiones de una serie de contaminantes que pueden ser descargados a cursos superficiales de agua. Particularmente en el caso de las coliformes fecales y totales es este marco legal el que establece el congelamiento o reducción de la cantidad de ellos presentes en el agua del río, por lo que la norma secundaria en este sentido no tendrá mayor relevancia.

Por último, a pesar de la existencia de un escenario ambiental diferente al de hace 10 años atrás (promulgación de Ley de Bases del Medioambiente), se considera para la determinación de la calidad actual, los registros e información de hace 5 años, información sobre la cual se realizan las proyecciones correspondientes, recogiendo la tendencia del comportamiento de los parámetros en el río desde esa fecha.

### **5 Impactos de la Implementación de la Norma de Calidad Secundaria.**

#### **5.1 Cultivos Agrícolas por Área de Vigilancia**

A continuación se presenta de acuerdo a la superficie ocupada en la Cuenca del río Aconcagua, un cuadro resumen de los principales cultivos agrícolas por cada Área de Vigilancia:

Cuadro resumen se presenta en el Anexo N°2 Resumen de cultivos por Área de Vigilancia

## 5.2 Caracterización de Suelos por Área de Vigilancia

La presente sección, se basa en la información digital entregada por el SAG, proveniente del estudio de levantamiento de línea de base de los predios de la cuenca del Río Aconcagua<sup>3</sup>.

En Anexo N°3 se presenta la Tabla resumen “Caracterización de suelos en las áreas de vigilancia de la cuenca del río Aconcagua.”

Como se puede observar en la señalada tabla, la distribución de las características de suelo se presenta relativamente homogénea en las áreas de vigilancia analizadas, con características tales como:

- Una predominancia de suelos entre las clases I al III, destacándose en ella el área de vigilancia “Aconcagua 2”, la cual presenta un 74% de su superficie con suelos en categoría I
- Suelos profundos, los que en la mayor parte de las áreas de vigilancia superan los 50 cm. (sobre un 70%). Cabe destacar nuevamente el área de vigilancia “Aconcagua 2”, con un 74,5% de su superficie con una profundidad superior al metro.
- Suelos relativamente planos, con una pendiente que en general no supera el 5%
- Exentos de erosión con porcentajes cercanos al 90% del suelo ajenos a todo tipo de erosión.

Como ya se ha señalado, dentro de este conjunto relativamente homogéneo de suelos, destacan en ellos los pertenecientes a las áreas de vigilancia Aconcagua 2, Pocuro y Putaendo, con excepcionales características agronómicas.

---

<sup>3</sup> Estudio “Fondo SAG”, Centro de Información de Los Recursos Naturales, Universidad Mayor, 2005



### 5.3 Comparación de Calidad Actual y Calidad Normada por Área de Vigilancia

De acuerdo a la información usada como base de este Estudio, las áreas de Vigilancia en las que no existe Actividad Agrícola son: Blanco 1, Blanco 2, Juncal 1, Colorado 1, Aconcagua 1 y Pocuro 1. En el caso de Pocuro 2, si bien existe Actividad Agrícola no se tuvo información suficiente para el cálculo de la calidad actual o la tendencia de los parámetros es decreciente, por lo que esta área no fue considerada.

A continuación se presenta una comparación entre la Calidad Actual y la Calidad Normada, en las Áreas de Vigilancia definidas en el Anteproyecto de Norma, en las que se identificó actividad agrícola.

De acuerdo al modelo considerado en el punto 3.5 y las proyecciones del comportamiento de los contaminantes en el agua del río, se identifican los impactos sobre el sector agrícola.

#### 5.3.1 Área de Vigilancia: Aconcagua 2

**Tabla 5.1 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Aconcagua 2**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	448	600	-152
DBO5	mg/l	27,03	5,1	21,93
O2 Disuelto	mg/l	11,56	≥ 7,5	-4,06
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,264	2,4	-2,136
Sólidos Disueltos	mg/l	648,1	400	248,1
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	11,5	80	-68,5
Nitritos	mg/l	0,05	0,023	0,027
Nitratos	mg/l	0,821	0,84	-0,019
Sulfatos	mg/l	130,9	127	3,9
Fosfatos	mg/l	0,016	0,04	-0,024
Aceites y Grasas	mg/l	0	10	-10
Detergentes (SAAM)	mg/l	0	0,16	-0,16
Cobre	µg/l	1000	413	587
Hierro	mg/l	5,0	4,1	0,9
Manganeso	mg/l	0,3	0,2	0,1
Molibdeno	mg/l	0,023	0,01	0,013
Zinc	mg/l	0,221	0,096	0,125
Aluminio	mg/l	5,0	5	0,0
Arsénico	mg/l	0,011	0,04	-0,029
Coliformes Fecales	NPM/100ml	0	1000	-1000
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	2000	-2000



Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

### **Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Aconcagua 2.**

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y/o latencia para los siguientes parámetros:

DBO5  
Sólidos disueltos  
Nitratos  
Sulfatos  
Detergentes  
Cobre  
Hierro  
Manganeso  
Molibdeno  
Zinc  
Aluminio

De acuerdo a la proyección del comportamiento de estos parámetros, presentan una tendencia creciente en el contenido en el agua: DBO5, Sólidos disueltos, Nitratos, Sulfatos, Detergentes, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc y Aluminio.

Técnicamente, DBO5, Sólidos disueltos, Nitratos, Sulfatos y Detergentes se encuentran acorde a los estándares recomendados para agua de riego.

En el caso de Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Aluminio, estos se encuentran sobre los estándares recomendados para agua de riego.

Los sulfatos y sales en general pueden causar problemas de obstrucción de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones, sumado al contenido de nitritos y nitratos contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua.

En el caso de los aportes de Nitrógeno vía agua de riego, estos deben ser considerados en los programas de nutrición ya que este elemento se encuentra en forma disponible para los cultivos cuando el pH en el suelo se encuentra entre 6 y 8.

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia

orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos.

Las condiciones de pH alcalino causan acumulación de Cobre, Zinc, Manganeseo y Hierro en el suelo reduciendo la disponibilidad para los cultivos así como la alteración de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. Sin embargo, dado que los contenidos de estos elementos se encuentran por sobre los estándares técnicos recomendados se puede suponer que existe riesgo de fitotoxicidad para los cultivos, bajo condiciones especiales que dependen marcadamente de las especies cultivadas y las características del suelo.

En cuanto a Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

El Aluminio no está considerado como un elemento esencial para las plantas, sin embargo, bajo condiciones de pH ácido se puede presentar fitotoxicidad.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.
- Restringir las aplicaciones de cobre lo que implica que, se debe buscar alternativas de manejo orgánico e integrado para el control de plagas y enfermedades. Además frente a esta restricción y a la disminución de su contenido en el agua producto de la implementación de la norma, se deberá satisfacer las necesidades de cobre para las plantas a través de prácticas de acidificación de suelo e incorporación de materia orgánica al suelo.
- Limitar las aplicaciones de hierro, lo que sumado a una baja disponibilidad para las plantas en condiciones de pH de suelo alcalino, se debieran implementar técnicas que liberen este elemento desde el suelo, donde puede acumularse producto de los aportes vía riego.
- Dado que no se realizan aplicaciones de Aluminio el sector agrícola no se ve afectado por limitaciones de este elemento como contaminante.

**Principales cultivos:** Vid de mesa, Nogal, Duraznero, Peral, Palto, Ciruelo, Olivo, Nectarino.

## Suelos predominantes

### Costo

Implementar prácticas de prevención de erosión de suelo.

Implementar y certificar Buenas Prácticas Agrícolas.

Incorporación materia orgánica vía Compost

Uso de coberturas vegetales.

Implementar Manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.

Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego, a rangos no inferiores a 5.

### Beneficio

Ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Ahorro en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Ahorro en costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.

Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.

Prevenir perdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.

Prevenir acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo.

## 5.3.2 Área de Vigilancia: Aconcagua 3

**Tabla 5.2 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Aconcagua 3**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	μS/cm	532	600	-68
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	11,28	≥ 7,5	-3,78
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,254	2,4	-2,146
Sólidos Disueltos	mg/l	437,3	400	37,3
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	11,3	80	-68,7
Nitritos	mg/l	0,012	0,05	-0,038
Nitratos	mg/l	3,138	2,11	1,028
Sulfatos	mg/l	124,8	120	4,8
Fosfatos	mg/l	0,133	0,06	0,073
Aceites y Grasas	mg/l			

Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	577	146	431
Hierro	mg/l	2,47	1,5	0,97
Manganeso	mg/l	0,132	0,1	0,032
Molibdeno	mg/l		0,01	
Zinc	mg/l	0,072	0,096	-0,024
Aluminio	mg/l	5,000	1,6	3,400
Arsénico	mg/l	0,008	0,04	-0,032
Coliformes Fecales	NPM/100ml	76,3	256	-179,7
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	1271	-1271

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

### **Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Aconcagua 3.**

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación o latencia para los siguientes parámetros:

CE  
Sólidos disueltos  
Nitratos  
Sulfatos  
Fosfatos  
Cobre  
Hierro  
Manganeso  
Aluminio

De acuerdo a la proyección del comportamiento de los parámetros, presentan una tendencia creciente en el valor o contenido en el agua, según corresponda: CE, Oxígeno disuelto, Sólidos disueltos, Nitritos, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Cobre, Zinc, Aluminio y Arsénico.

Técnicamente, CE, Oxígeno disuelto, Cloruros, Sulfatos, hierro, Manganeso, Zinc y Arsénico se encuentran acorde a los niveles recomendados para el agua de riego.

En el caso de Cobre y Aluminio, estos se encuentran sobre los estándares recomendados para el agua de riego.

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos. Además, cuando no son consideradas otras fuentes nitrogenadas como son: aplicaciones de guano, incorporación de rastrojos y los aportes del agua de riego, los cultivos manifiestan disminución en los rendimientos por exceso de fertilización nitrogenada; por lo tanto, los aportes de nitrógeno vía agua de riego deben ser considerados en los programas de nutrición. Por otro lado, niveles crecientes de este elemento pueden causar eutrofización en estanques de acumulación de agua. Se debe considerar que el nitrógeno se encuentra disponible para las plantas a pH de suelo entre 6 y 8.

Los antecedentes técnicos indican que niveles crecientes de sulfatos y fosfatos pueden causar problemas de obstrucción por sales de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones; además, contribuyen a los procesos de eutrofización en estanques de acumulación de agua.

Considerando que el pH del suelo en el área se encuentra en alrededor de 7,5 es de esperar que el Cobre, Zinc, Manganeseo y Fierro reduzcan su disponibilidad para los cultivos y se acumulen en el suelo provocando cambio en las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. Se debe considerar, sin embargo que sólo el Cobre se encuentra por sobre los estándares técnicos para los cultivos y por lo tanto se deben tomar medidas para no provocar fitotoxicidad por este elemento.

A pesar que el Aluminio se encuentra por sobre los estándares recomendados para los cultivos, este elemento no se encuentra disponible para los cultivos debido al pH ligeramente alcalino que presenta el suelo del área.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.

- Restringir las aplicaciones de cobre lo que implica que, se debe buscar alternativas de manejo orgánico e integrado para el control de plagas y enfermedades. Además frente a esta restricción y a la disminución de su contenido en el agua producto de la implementación de la norma, se deberá satisfacer las necesidades de cobre para las plantas a través de prácticas de acidificación de suelo e incorporación de materia orgánica al suelo.
- Limitar las aplicaciones de hierro, lo que sumado a una baja disponibilidad para las plantas en condiciones de pH de suelo alcalino, se debieran implementar técnicas que liberen este elemento desde el suelo, donde puede acumularse producto de los aportes vía riego.
- Dado que no se realizan aplicaciones de Aluminio, el sector agrícola no se ve afectado por limitaciones de este elemento como contaminante.

**Principales cultivos:** Vid de mesa, Palto, Duraznero, Mandarino, Nogal, Ciruelo, Limonero, Naranjo.

### Costo

Eliminación de sales en el agua de riego a través de filtros y/o aplicación de materia orgánica con baja CE.

Implementar prácticas de prevención de erosión de suelo.

Incorporación materia orgánica vía Compost

Uso de coberturas vegetales.

Inoculación del suelo con bacterias fijadoras de Nitrógeno.

Implementar Manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.

Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego, a rangos no inferiores a 5.

### Beneficio

Disminución en los costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Disminución en los costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Disminución en los costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.

Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.

Aumento de la productividad por fertilización nitrogenada adecuada, no en exceso.

Disminución de acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo.

### 5.3.3 Área de Vigilancia: Aconcagua 4

**Tabla 5.3 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Aconcagua 4**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	608	600	8
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	<u>9,53</u>	<u>≥ 7,5</u>	-2,03
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,468	2,4	-1,932
Sólidos Disueltos	mg/l	774,6	410	364,6
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	9,5	80	-70,5
Nitritos	mg/l	0,001	0,05	-0,049
Nitratos	mg/l	2,589	1,68	0,909
Sulfatos	mg/l	145,3	125	20,3
Fosfatos	mg/l	0,322	0,1	0,222
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	6	60	-54
Hierro	mg/l	0,39	1,3	-0,91
Manganeso	mg/l	0	0,16	-0,16
Molibdeno	mg/l	0,037	0,01	0,027
Zinc	mg/l	0,008	0,096	-0,088
Aluminio	mg/l	0,259	2,1	-1,841
Arsénico	mg/l	0,004	0,04	-0,036
Coliformes Fecales	NPM/100ml	0	1000	-1000
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	2000	-2000

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

### **Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Aconcagua 4**

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y latencia para los siguientes parámetros:

CE  
Sólidos disueltos  
Nitrato  
Sulfato  
Fosfato  
Molibdeno

De acuerdo a la proyección del comportamiento de estos parámetros, presentan una tendencia creciente en el valor o contenido en el agua: CE, Oxígeno disuelto, Sólidos disueltos, Cloruros, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos y Molibdeno. Por otra parte tienden a disminuir el Cobre, Hierro, Zinc y el Aluminio.

Técnicamente, la Conductividad Eléctrica, Oxígeno disuelto, RAS, Sólidos disueltos, Cloruros, Nitritos, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc, Aluminio y Arsénico se encuentran acorde a los estándares recomendados para agua de riego.

En el caso de Molibdeno se encuentra sobre los estándares recomendados para agua de riego.

Los antecedentes técnicos indican que con CE inferior a 750 uS/cm es un agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales sobre los cultivos. Sin embargo, altos contenidos de sales acumulados en el suelo pueden ocasionar problemas de permeabilidad. En los sistemas de riego localizados las aguas con una alta CE producen obturaciones en los goteros, al igual que los Sulfatos y los Fosfatos.

Los aportes de Fosfatos, al igual que los Nitratos deben ser considerados en los programas de nutrición, para impedir su acumulación en el suelo y/o contaminación de las napas subterráneas. Además, la sobre fertilización nitrogenada en los cultivos produce una disminución en los rendimientos. Se debe considerar también que los nitratos contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua.

En suelos más bien arenosos el nitrógeno es fácilmente lixiviado a capas más profundas del suelo, por lo que cada vez que se aplican enmiendas orgánicas al suelo se debe considerar proteger el suelo donde se acopia este material y almacenar lejos de cursos de agua.

El Molibdeno se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).



- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Realizar monocultivo en zonas dedicadas a las hortalizas y establecer rotaciones adecuadas.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.
- Limitar el aporte de Fósforo elemento al sistema, considerar el aporte contenido en el agua de riego y utilizar técnicas alternativas que mejoren la eficiencia de las aplicaciones o mejoren las condiciones de suelo y su disponibilidad.
- Por lo general no se realizan aplicaciones agrícolas de molibdeno, esto sumado a que el nivel presente en el agua es superior al estándar técnico recomendado, hace que el sector no deba tomar alguna medida específica para este parámetro.

**Principales cultivos:** Palto, Limonero, Naranjo, Mandarino, Kiwi, Ciruelo, Chirimoyo, Pomelo.

### **Costo**

Eliminación de sales en el agua de riego a través de filtros y/o aplicación de materia orgánica con baja CE.

Incorporación materia orgánica vía Compost.

Uso de coberturas vegetales.

Implementar Manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.

### **Beneficio**

Disminución en los costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Disminución en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.

Disminución de las pérdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.

Disminución de las acumulaciones de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo.

### 5.3.4 Área de Vigilancia: Putaendo 1

**Tabla 5.4 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Putaendo 1**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	203	600	-397
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	<u>9,81</u>	$\geq 7,5$	-2,31
pH			6,5 - 8,5	
RAS			2,4	
Sólidos Disueltos	mg/l			
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	9,8	80	-70,2
Nitritos	mg/l		0,05	
Nitratos	mg/l	0,478	0,22	0,258
Sulfatos	mg/l	47,1	120	-72,9
Fosfatos	mg/l	0,09	0,02	0,07
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	68	30	38
Hierro	mg/l	0	2,4	-2,4
Manganeso	mg/l	0,035	0,09	-0,055
Molibdeno	mg/l	0,046	0,01	0,036
Zinc	mg/l	0,031	0,096	-0,065
Aluminio	mg/l	0,259	3,9	-3,641
Arsénico	mg/l	0,004	0,04	-0,036
Coliformes Fecales	NPM/100ml			
Coliformes Totales	NPM/100ml			

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

### Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Putaendo 1

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y latencia para los siguientes parámetros:

Nitratos  
Fosfatos  
Cobre

De acuerdo a la proyección del comportamiento de estos parámetros, presentan una tendencia creciente en el contenido o valor en el agua: conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Cobre, Molibdeno, Zinc. Por otra parte tienen tendencia disminuir: Cloruros, hierro, Manganeseo, Aluminio y Arsénico.

Técnicamente, la Conductividad Eléctrica, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Cobre, Manganeseo, Zinc y Aluminio se encuentran acorde a los estándares recomendados para agua de riego.

En el caso de Molibdeno se encuentra sobre los estándares recomendados para agua de riego.

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos. Además, cuando no son consideradas otras fuentes nitrogenadas como son: aplicaciones de guano, incorporación de rastrojos y los aportes del agua de riego, los cultivos manifiestan disminución en los rendimientos por exceso de fertilización nitrogenada; por lo tanto, los aportes de nitrógeno vía agua de riego deben ser considerados en los programas de nutrición. Por otro lado, niveles crecientes de este elemento pueden causar eutrofización en estanques de acumulación de agua.

Las condición de pH ligeramente alcalino en el suelo del área reducen la disponibilidad de Cobre para los cultivos provocando una acumulación del metal pesado en el suelo sin embargo, no hay riesgo de fitotoxicidad para las plantas. Además, el suelo ve afectadas sus características físico-químicas y microbiológicas.

Los antecedentes técnicos indican que niveles crecientes de fosfatos y de otras sales en el agua de riego pueden causar problemas de obstrucción por sales de los sistemas de riego tecnificado y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones y contribuir a los procesos de eutrofización en estanques de acumulación de agua.

En cuanto a Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determinan la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Limitar el aporte de Fósforo elemento al sistema, considerar el aporte contenido en el agua de riego y utilizar técnicas alternativas que mejoren la eficiencia de las aplicaciones o mejoren las condiciones de suelo y su disponibilidad.
- Restringir las aplicaciones de cobre lo que implica que, se debe buscar alternativas de manejo orgánico e integrado para el control de plagas y enfermedades. Además frente a esta restricción y a la disminución de su contenido en el agua producto de la implementación de la norma, se deberá satisfacer las necesidades de cobre para las plantas a través de prácticas de acidificación de suelo e incorporación de materia orgánica al suelo.

**Principales cultivos:** Duraznero, Nogal, Vid de mesa, Damasco, Almendro, Olivo, Palto.

### Costo

Incorporación materia orgánica vía Compost.

Uso de coberturas vegetales..

Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego.

### Beneficio

Disminución en los costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Disminución en los costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Disminución en los costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.

Aumento de la productividad por fertilización nitrogenada adecuada, no en exceso.

Disminución de la acumulación de Cobre y otros metales pesados en el suelo en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones fisico-químicas y microbiológicas de suelo.

### 5.3.5 Área de Vigilancia: Quilpué

**Tabla 5.5 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Quilpué**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	472	600	-128
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	13,27	≥ 7,5	-5,77
pH			6,5 - 8,5	

RAS		0,113	2,4	-2,287
Sólidos Disueltos	mg/l			
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	13,3	80	-66,7
Nitritos	mg/l			
Nitratos	mg/l	1,049	0,82	0,229
Sulfatos	mg/l	178,9	120	58,9
Fosfatos	mg/l	0,064	0,08	-0,016
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	692	300	392
Hierro	mg/l	5,0	4,6	0,4
Manganeso	mg/l	0,300	0,2	0,1
Molibdeno	mg/l	0,036	0,01	0,026
Zinc	mg/l	0,111	0,096	0,015
Aluminio	mg/l	5,0	5	0,0
Arsénico	mg/l	0,01	0,04	-0,03
Coliformes Fecales	NPM/100ml			
Coliformes Totales	NPM/100ml			

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

**Principales cultivos:** Vid de mesa, Duraznero, Ciruelo, Olivo, Nogal, Nectarino, Peral, Damasco.

### Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Quilpué

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y/o latencia para los siguientes parámetros:

Nitratos  
Sulfatos  
Fosfato  
Cobre  
Hierro  
Manganeso  
Molibdeno  
Zinc  
Aluminio

La proyección de estos parámetros muestra una tendencia creciente para Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Zinc y Aluminio. Solamente el Cobre muestra una tendencia decreciente.

Dentro de estos parámetros, el Cobre, Hierro, Manganeseo, Molibdeno y Aluminio sobrepasan los estándares recomendados para agua de riego.

Los fosfatos y sulfatos pueden causar problemas de obstrucción de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones.

Los antecedentes técnicos indican que niveles crecientes de fosfatos, que normalmente dado el pH de las aguas de la cuenca, se encuentran en forma de  $\text{HPO}_4^{-2}$  pueden causar problemas de obstrucción de los equipos por precipitación de  $\text{CaHPO}_4$  y  $\text{Mg HPO}_4$  que son sales muy poco solubles y también contribuir a los procesos de eutroficación en estanques de acumulación de agua. Además, al precipitar con el Calcio y el Magnesio, actúan como fijadores de estos elementos impidiendo que estén disponibles para las plantas y haciendo necesario por lo tanto aumentar las dosis de fertilización.

Los nitratos también contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua.

Especialmente en el caso de los aportes de Nitrógeno y Fósforo vía agua de riego, estos deben ser considerados en los programas de nutrición ya que estos elementos se encuentran en formas disponibles para los cultivos cuando el pH en el suelo se encuentra entre 6 y 8 (Nitrógeno) y 6,5 a 7,5 (Fósforo). Dado que en las plantas no existen inhibidores para la absorción de nitratos, esto puede llevar a la presencia de un exceso de nitratos en los tejidos vegetales, lo cual ya está siendo regulado en los mercados externos, concretamente en Europa. Se debe tener presente que la Unión Europea ha establecido límites a los contenidos máximos de Nitrógeno en los tejidos vegetales por considerarlo potencialmente cancerígeno.

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos.

Las condiciones de pH alcalino promueven la acumulación de Cobre, Zinc, Manganeseo y Hierro en el suelo reduciendo la disponibilidad para los cultivos así como la alteración de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. Pese a ello no hay riesgo de fitotoxicidad.

En cuanto al Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas. La absorción del ión molibdato, se parece a la del sulfato y fosfato; pero mientras compite débilmente con el sulfato, con los fosfatos lo hace fuertemente por los sitios de intercambio, lo que puede producir deficiencias de P en presencia de altas concentraciones de Mo.

El Aluminio no está considerado como un elemento esencial para las plantas por lo que normalmente no altera su productividad. Además, por las características del pH ligeramente alcalino en la cuenca, no es probable que ocurra fitotoxicidad. La implementación de un Plan de descontaminación, por lo tanto, no tendrá impactos sobre el sector agrícola.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá:

- Limitar los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Realizar la acidificación de las aguas de riego en los sistemas con riego tecnificado evita en general la acumulación de compuestos insolubles en las bocas de los goteros además de contribuir a la acidificación del suelo, lo cual es importante para reducir la acumulación de elementos como Manganeso, Hierro y Cobre. Esto se puede realizar a través de un sistema de inyección de Ácidos, que puede ser Ac. Fosfórico, Ac. Nítrico o Ac. Cítrico.
- Limitar los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.
- Limitar el aporte de Fósforo al sistema, considerar el aporte contenido en el agua de riego y utilizar técnicas alternativas que mejoren la eficiencia de las aplicaciones o mejoren las condiciones de suelo y su disponibilidad.
- Por lo general no se realizan aplicaciones agrícolas de molibdeno. Esto sumado a que el nivel presente en el agua es superior al estándar técnico recomendado, hace que el sector no deba tomar alguna medida específica para este parámetro.
- El Aluminio, no es un elemento considerado esencial para las plantas, por lo que el sector agrícola no se verá afectado por este parámetro ya que no es utilizado.

### 5.3.6 Área de Vigilancia: Catemu 1

**Tabla 5.6 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Catemu 1**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	523	600	-77
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	12,98	≥ 7,5	-5,48
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,233	2,4	-2,167
Sólidos Disueltos	mg/l			
Tº	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	13	80	-67
Nitritos	mg/l			
Nitratos	mg/l	4,511	3,66	0,851
Sulfatos	mg/l	96,5	120	-23,5
Fosfatos	mg/l	0,056	0,11	-0,054
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	18	31	-13
Hierro	mg/l	0,8	0,8	0
Manganeso	mg/l	0,024	0,05	-0,026
Molibdeno	mg/l	0,017	0,01	0,007
Zinc	mg/l	0,002	0,096	-0,094
Aluminio	mg/l	0,205	0,9	-0,695
Arsénico	mg/l	0,001	0,04	-0,039
Coliformes Fecales	NPM/100ml	246,3	186	60,3
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	704	-704

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

**Principales cultivos:** Vid de mesa, Duraznero, Palto, Membrillo, Peral, Olivo, Nogal, Damasco.

#### Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Catemu 1

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y/o latencia para los siguientes parámetros:

Nitratos  
Sulfatos  
Molibdeno



## Coliformes fecales

La proyección de estos parámetros muestra una tendencia creciente para Molibdeno y Nitratos, mientras que es decreciente para Sulfatos y Coliformes fecales.

Dentro de estos parámetros solamente el Molibdeno sobrepasa los estándares recomendados para Agua de Riego.

Los sulfatos pueden causar problemas de obstrucción de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones.

Los nitratos contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua y debe ser considerado el aporte de Nitrógeno vía agua de riego ya que este elemento se encuentra disponible para los cultivos cuando el pH en el suelo se encuentra entre 6 y 8. Dado que en las plantas no existen inhibidores para la absorción de nitratos, esto puede llevar a la presencia de un exceso de nitratos en los tejidos vegetales, lo cual ya está siendo regulado en los mercados externos, concretamente en Europa. Se debe tener presente que la Unión Europea ha establecido límites a los contenidos máximos de Nitrógeno en los tejidos vegetales por considerarlo potencialmente cancerígeno.

En cuanto al Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas. La absorción del ión molibdato, se parece a la del sulfato y fosfato; pero mientras compite débilmente con el sulfato, con los fosfatos lo hace fuertemente por los sitios de intercambio, lo que puede producir deficiencias de P en presencia de altas concentraciones de Mo.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá:

- Limitar los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Realizar la acidificación de las aguas de riego en los sistemas con riego tecnificado. evita en general la acumulación de compuestos insolubles en las bocas de los goteros.
- Limitar los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de

azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.

- Por lo general no se realizan aplicaciones agrícolas de molibdeno. Esto sumado a que el nivel presente en el agua es superior al estándar técnico recomendado, hace que el sector no deba tomar alguna medida específica para este parámetro.
- El nivel de Coliformes fecales está regulado por el DS N° 90/2000, de modo que la aplicación de la Norma no tiene impacto sobre este parámetro.

### 5.3.7 Área de Vigilancia: Los Loros 1

**Tabla 5.7 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Los Loros 1**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	743	746	-3
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	8,67	≥ 7,5	-1,17
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,348	2,4	-2,052
Sólidos Disueltos	mg/l			
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	8,7	80	-71,3
Nitritos	mg/l			
Nitratos	mg/l	4,562	3,63	0,932
Sulfatos	mg/l	164,6	150	14,6
Fosfatos	mg/l	0,185	0,22	-0,035
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	116	60	56
Hierro	mg/l	0,31	2	-1,69
Manganeso	mg/l	0,071	0,13	-0,059
Molibdeno	mg/l	0,043	0,01	0,033
Zinc	mg/l	0,024	0,096	-0,072
Aluminio	mg/l	3,088	3,1	-0,012
Arsénico	mg/l	0,003	0,04	-0,037
Coliformes Fecales	NPM/100ml			
Coliformes Totales	NPM/100ml			

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

## **Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Los Loros 1.**

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y latencia para los siguientes parámetros:

Conductividad eléctrica  
Oxígeno disuelto  
Nitratos  
Sulfatos  
Fosfatos  
Molibdeno  
Aluminio

De acuerdo a la proyección del comportamiento de estos parámetros, presentan una tendencia creciente en el contenido en el agua, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos y Molibdeno. Por otra parte tienden a disminuir la Conductividad eléctrica y Aluminio.

Técnicamente, la Conductividad Eléctrica, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sulfatos, Fosfatos, Cobre, Manganeseo, Zinc y Aluminio se encuentran acorde a los estándares recomendados para agua de riego.

En el caso de Molibdeno se encuentra sobre los estándares recomendados para agua de riego.

Los fosfatos, sulfatos y sales en general pueden causar problemas de obstrucción de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones, sumado al contenido de nitritos y nitratos contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua.

Especialmente en el caso de los aportes de Nitrógeno y Fósforo vía agua de riego, estos deben ser considerados en los programas de nutrición ya que estos elementos se encuentran en formas disponibles para los cultivos cuando el pH en el suelo se encuentra entre 6 y 8 (Nitrógeno) y 6,5 a 7,5 (Fósforo).

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos.

Las condiciones de pH alcalino promueven la acumulación de Cobre, Zinc, Manganeseo y Hierro en el suelo reduciendo la disponibilidad para los cultivos así como la alteración de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. Pese a ello no hay riesgo de fitotoxicidad.

En cuanto a Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua

de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.
- Limitar el aporte de Fósforo elemento al sistema, considerar el aporte contenido en el agua de riego y utilizar técnicas alternativas que mejoren la eficiencia de las aplicaciones o mejoren las condiciones de suelo y su disponibilidad.
- Por lo general no se realizan aplicaciones agrícolas de molibdeno, esto sumado a que el nivel presente en el agua es superior al estándar técnico recomendado, hace que el sector no deba tomar alguna medida específica para este parámetro.
- El Aluminio, no es un elemento considerado esencial para las plantas, por lo que el sector agrícola no se verá afectado por este parámetro ya que no es utilizado.

**Principales cultivos:** Vid de mesa, Palto, Naranja, Duraznero, Damasco, Nectarino, Nogal, Frambuesa.

### **Costo**

Prácticas de prevención de erosión de suelo.

Implementar y certificar Buenas Prácticas Agrícolas.

Incorporación materia orgánica vía Compost.

Uso de coberturas vegetales.

Implementar Manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.

Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego.

### **Beneficio**

Ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Ahorro en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Ahorro en costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.

Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.

Prevenir pérdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.

Prevenir acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo.

### 5.3.8 Área de Vigilancia: Los Litres 1

**Tabla 5.8 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Los Litres 1**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	553	622	-69
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	6,76	≥ 7,5	0,74
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0,247	2,4	-2,153
Sólidos Disueltos	mg/l	734,2	490	244,2
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	6,8	80	-73,2
Nitritos	mg/l	2,283	0,05	
Nitratos	mg/l	2,283	3,1	-0,817
Sulfatos	mg/l	137,8	134	3,8
Fosfatos	mg/l	0,418	0,17	0,248
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	111	50	61
Hierro	mg/l	0,83	0,8	0,03
Manganeseo	mg/l	0,093	0,11	-0,017
Molibdeno	mg/l	0,032	0,01	0,022
Zinc	mg/l	0,019	0,096	-0,077
Aluminio	mg/l	1,894	1,1	0,794
Arsénico	mg/l	0,003	0,04	-0,037
Coliformes Fecales	NPM/100ml	0	1000	-1000
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	2000	-2000

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

## **Identificación de Impactos del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Los Litres 1.**

La implementación de la norma determina la declaración de zonas de saturación y latencia para los siguientes parámetros:

Conductividad eléctrica  
Oxígeno disuelto  
Sólidos disueltos  
Nitritos  
Sulfatos  
Fosfatos  
Cobre  
Hierro  
Manganeso  
Molibdeno  
Aluminio

De acuerdo a la proyección del comportamiento de estos parámetros, presentan una tendencia creciente en el contenido en el agua, los Sólidos disueltos (50%), Cobre (28,8%), Manganeso (12,8%), Molibdeno (68,4%) y Aluminio (45,26%). Por otra parte tienden a disminuir el Oxígeno Disuelto (24,8%), Nitritos (94,2%), Sulfatos (19%), Fosfatos (9,1%) y Hierro (16,18%).

Técnicamente, la Conductividad Eléctrica, Sulfatos, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc y Aluminio se encuentran acorde a los estándares recomendados para agua de riego.

En el caso de Sólidos disueltos y Molibdeno, estos se encuentran sobre los estándares recomendados para agua de riego.

El contenido de Oxígeno disuelto es esencial para el metabolismo de los organismos acuáticos y la solubilidad de muchos nutrientes inorgánicos, su reducción junto a un aumento de nutrientes inorgánicos favorece el fenómeno de eutroficación de las aguas almacenadas en tranques o embalses de riego.

Los fosfatos, sulfatos y sales en general pueden causar problemas de obstrucción de los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones, sumado al contenido de nitritos y nitratos contribuyen a fenómenos de eutroficación en estanques y embalses de acumulación de agua.

Especialmente en el caso de los aportes de Nitrógeno y Fósforo vía agua de riego, estos deben ser considerados en los programas de nutrición ya que estos elementos se encuentran en formas disponibles para los cultivos cuando el pH en el suelo se encuentra entre 6 y 8 (Nitrógeno) y 6,5 a 7,5 (Fósforo).

Cuando el Nitrógeno es aportado por sobre los requerimientos nutricionales del cultivo, en condiciones de suelos arenosos, con bajo contenido de materia

orgánica o prácticas inadecuadas de riego, puede contribuir a la contaminación de acuíferos subterráneos.

Las condiciones de pH alcalino causan acumulación de Cobre, Zinc, Manganeso, Hierro en el suelo reduciendo la disponibilidad para los cultivos así como la alteración de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. Pese a ello no hay riesgo de fitotoxicidad por Cobre para las plantas ya que esta situación en condiciones agrícolas no es frecuente dependiendo de una serie de características entre ellas del suelo y la especie cultivada.

En cuanto a Molibdeno, se encuentra en forma disponible para las plantas a pH neutro a ligeramente alcalino, esta situación y su tendencia a aumentar en el agua de riego determina la necesidad de evaluar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

Frente a un Plan de descontaminación y/o de prevención, el sector agrícola deberá limitar:

- Los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.).
- Los aportes de fuentes nitrogenadas en sus programas de nutrición, prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, mejorar la eficiencia de aplicación y prevenir riesgos de toxicidad para los cultivos.
- Restringir las aplicaciones de Azufre, y considerar alternativas a las prácticas que incorporen la aplicación de este elemento, por ejemplo el uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras.
- Limitar el aporte de Fósforo elemento al sistema, considerar el aporte contenido en el agua de riego y utilizar técnicas alternativas que mejoren la eficiencia de las aplicaciones o mejoren las condiciones de suelo y su disponibilidad.
- Restringir las aplicaciones de cobre lo que implica que, se debe buscar alternativas de manejo orgánico e integrado para el control de plagas y enfermedades. Además frente a esta restricción y a la disminución de su contenido en el agua producto de la implementación de la norma, se deberá satisfacer las necesidades de cobre para las plantas a través de prácticas de acidificación de suelo e incorporación de materia orgánica al suelo.
- Limitar las aplicaciones de hierro, lo que sumado a una baja disponibilidad para las plantas en condiciones de pH de suelo alcalino, se debieran implementar técnicas que liberen este elemento desde el suelo, donde puede acumularse producto de los aportes vía riego.

**Principales cultivos:** Palto, Naranjo, Nogal, Limonero, Kiwi, Ciruelo, Frambuesa, Mandarino.

### Costo

Prácticas de prevención de erosión de suelo.  
Implementar y certificar Buenas Prácticas Agrícolas.  
Incorporación materia orgánica.  
Uso de coberturas vegetales.  
Implementar Manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.  
Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego.

### Beneficio

Ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.  
Ahorro en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.  
Ahorro en costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.  
Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.  
Prevenir perdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.  
Prevenir acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo.

### 5.3.9 Área de Vigilancia: Limache 1

**Tabla 5.9 Tabla Resumen: Área de Vigilancia Limache 1**

Indicador	Unidad	Calidad Actual	Valor Norma	Diferencia Calidad Actual - Norma
CE	µS/cm	510	681	-171
DBO5	mg/l			
O2 Disuelto	mg/l	15,43	≥ 7,5	-7,93
pH			6,5 - 8,5	
RAS		0	2,4	-2,4
Sólidos Disueltos	mg/l	613,5	400	213,5
T°	°C		1,5	
Cloruros	mg/l	15,4	80	-64,6
Nitritos	mg/l	0,112	0,05	
Nitratos	mg/l	0,112	2,96	-2,848
Sulfatos	mg/l	147,7	125	22,7
Fosfatos	mg/l	0	0,34	-0,34
Aceites y Grasas	mg/l			
Detergentes (SAAM)	mg/l			
Cobre	µg/l	38	20	18
Hierro	mg/l	0	0,8	-0,8
Manganeseo	mg/l	0,001	0,2	-0,199
Molibdeno	mg/l	0,0013	0,01	-0,0087
Zinc	mg/l	0,016	0,096	-0,08
Aluminio	mg/l	0,721	0,7	0,021



Arsénico	mg/l	0,005	0,04	-0,035
Coliformes Fecales	NPM/100ml	0	1000	-1000
Coliformes Totales	NPM/100ml	0	2000	-2000

Fuente: Elaboración propia, según datos extraídos de Estudio CADE IDEPE DGA 2005 y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua río Aconcagua, Versión noviembre 2005.

### **Identificación de Impacto del Anteproyecto de Norma de Calidad de Agua para el área de Vigilancia Limache 1.**

La implementación de la norma secundaria provocaría la declaración de zonas de saturación y por lo tanto un plan de descontaminación para los siguientes parámetros:

Sólidos disueltos  
Nitritos  
Sulfatos  
Cobre  
Molibdeno  
Aluminio.

De acuerdo a la proyección del comportamiento al año 2015, de no implementarse la norma, existirán niveles crecientes de Sólidos disueltos (66,9%), Sulfatos (12,5%), Cobre (40%) y Molibdeno (23%) respecto de la calidad actual y por sobre los niveles determinados por la norma.

En el caso de los Nitritos y el Aluminio la proyección indica que tienden a disminuir su contenido en el agua, llegando a niveles inferiores a los normados para cada uno de ellos.

Técnicamente, solo en los casos de Sólidos disueltos y Molibdeno su contenido se encuentra por sobre las recomendaciones dadas para el agua de riego.

Los suelos de la cuenca del Aconcagua presentan pH que van de neutro, ligeramente alcalino a alcalino y contenidos de materia orgánica generalmente no superiores a un 2 %, esta condición provoca que el Nitrógeno que llegue a él se encuentre en formas disponible para las plantas, por lo que los aportes vía agua de riego deben ser considerados en los programas de nutrición. Lo mismo sucede con el Molibdeno pero en este caso se debe considerar su transferencia a las cadenas tróficas y su impacto sobre ellas.

Por otra parte estas condiciones promueven la acumulación de Cobre en el suelo, reduciendo la disponibilidad para los cultivos y alterando las características físico-químicas y microbiológicas del suelo. Lo mismo sucede con el Aluminio pero este no es un elemento esencial para las plantas.

Frente a un Plan de descontaminación para los parámetros señalados con anterioridad el sector agrícola deberá reducir los aportes de estos elementos:

- Reduciendo los aportes de elementos orgánicos e inorgánicos que puedan llegar al río (prevenir erosión de suelo y arrastre de partículas, deriva, escurrimiento de enmiendas orgánicas, arrastre de residuos vegetales, etc.)
- Ajustando los programas de nutrición de manera de prevenir las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, y mejorar la eficiencia de aplicación.
- Considerando otras alternativas técnicas de aquellas prácticas que incorporen la aplicación Azufre, tales como: uso de Sulfato de Calcio como enmienda mejoradora de la estructura del suelo, utilización de azufre para reducir el pH del suelo, uso de azufre en control de enfermedades fungosas, entre otras. Por otro lado niveles crecientes causan obstrucción por sales en los sistemas de riego tecnificados y de los equipos e implementos utilizados en aspersiones.
- Considerando alternativas de manejo orgánico e integrado para el control de enfermedades bacteriales, dado por la restricción de uso de cobre, las necesidades de este elemento para las plantas deberán ser a través de prácticas de acidificación de suelo e incorporación de materia orgánica.

**Principales cultivos:** Palto, Limonero, Vid de Mesa, Kiwi, Almendro, Naranjo, Mandarino, Nogal.

### **Costo**

Prácticas de control de erosión de suelo.

Implementar y Certificar Buenas Prácticas Agrícolas.

Incorporación de materia orgánica vía Compost.

Uso de coberturas vegetales

Implementar prácticas de manejo orgánico y/o integrado de plagas y enfermedades.

Acidificación de agua de riego para reducir pH de suelo.

### **Beneficio**

Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego.

Prevenir perdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.

Al reducir los contenidos de nitritos, entre otros elementos en el agua del río, se previene condiciones que favorecen la eutroficación de las aguas embalsadas.

Ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.

Ahorro en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado.

Ahorro en costos de reparación, mantención y limpieza de maquinarias y equipos de aplicación de productos agroquímicos.

Reducir el aumento de contenido de Cobre en el agua de riego y su acumulación en el suelo.

## 5.4 Análisis de la demanda hídrica

Para la estimación de la demanda hídrica de los principales rubros silvoagropecuarios que se desarrollan en la Cuenca del Aconcagua, se usa siguiente metodología:

$$Etc = Eto \times Kc$$

Etc= Evapotranspiración del cultivo mm / estación y anual

Eto= Evapotranspiración potencial mm / estación y anual

Kc= Coeficiente del cultivo

Como referencia de la Evapotranspiración potencial en la cuenca del Aconcagua, se utilizó la información contenida en el estudio “Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración potencial en Chile”, de Ciren-Comisión Nacional de Riego, 1996.

Los Coeficientes de cultivo Kc se obtuvieron de “Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos fascículo 2 La Evapotranspiración de los cultivos” de Albert Avidan, los cuales contemplan los entregados por la FAO, 1975 y Hargreaves, 1991.

A la demanda hídrica por cultivo, expresado como lámina de agua en milímetros, se restó el aporte de agua proveniente de las precipitaciones, las cuales se obtuvieron de la información contenida en la página Web: [www.meteochile.cl](http://www.meteochile.cl).

Finalmente de acuerdo a la superficie ocupada por los diversos rubros silvoagropecuarios se calculó la demanda hídrica por cultivo y por área de vigilancia.

En Anexo N°4 Resumen Diferencial de contaminantes por parámetros, se presentan las tablas resumen de diferencial de contaminantes por parámetros. La demanda hídrica de los cultivos por área de Vigilancia se presenta en Archivo digital.

Este análisis, permite obtener una estimación de la carga contaminante que reciben los cultivos a través del agua de riego. Esto cobra relevancia al evidenciarse que los cultivos tienen su mayor demanda hídrica en los periodos de Primavera y Verano, lo que sumado al comportamiento estacional de una serie de parámetros, se obtiene que las mayores cargas de contaminantes coinciden con estados fenológicos (floración y crecimiento de frutos) de gran importancia en la productividad de los huertos y calidad de frutos.

De las tablas presentadas se desprende que, el diferencial obtenido, corresponde a los kilos de contaminante por hectárea que reciben los diferentes cultivos estacionalmente.

## 6 Cuantificación económica

La cuantificación económica se realiza valorizando los costos y beneficios identificados como producto de la implementación de la Norma Secundaria de Calidad de Agua del río Aconcagua. Para ello en Anexo N°5 Tabla Costo-Beneficio se presenta un cuadro resumen con las principales actividades y su correspondiente valorización en moneda nacional a diciembre de 2005.

## 7 Conclusiones

La implementación de la Norma Secundaria de calidad de Agua del río Aconcagua resulta beneficiosa para el sector agrícola ya que al reducir los niveles contaminantes en el agua de riego:

- Permite la certificación de protocolos de calidad cada vez más exigentes en materia medioambiental lo que se traduce en la apertura de nuevos mercados de exportación y la consolidación de los existentes.
- Reduce las pérdidas de productividad por alteración de las características físico-químicas y microbiológicas del suelo.
- Reduce las pérdidas de productividad al disminuir las manifestaciones de fototoxicidad sobre los cultivos.
- Reduce los costos involucrados en el mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado, maquinarias e implementos de aplicación y limpieza de infraestructura de almacenamiento de agua de riego.

A juicio de esta consultora, debido a la limitada información de carácter local, se recomienda realizar los siguientes estudios:

- Efectos sobre la productividad de las especies cultivadas respecto de los niveles de contaminantes presentes en el agua de riego del río Aconcagua, considerando el carácter estacional del comportamiento de los mismos.
- Impacto de la calidad del agua de riego del río Aconcagua sobre hortalizas y flores.
- Efectos sobre los suelos agrícolas de los contaminantes presentes en el agua del Río Aconcagua.

## ANEXOS

## **ANEXO N°1**

### **Planillas de Proyecciones**

- **Indicadores Físico-Químicos-Biológicos y Orgánicos.**
- **Indicadores Inorgánicos.**
- **Indicadores Metales Escenciales Totales.**

## **ANEXO N°2**

### **Resumen de Cultivos por Área de Vigilancia**

## RESUMEN DE CULTIVOS POR AREA DE VIGILANCIA

	CULTIVOS	Acon.2	Acon.3	Acon.4	Put.1	Poc.2	Quil.1	Cat.1	Lor.1	Lit.1	Lim.1	TOTAL
1	PALTO	66,9	179,2	4197,8	18,7	63,1		28,2	259,5	474,1	410,0	5.698
2	VID DE MESA	1704,8	339,5		209,6	1223,1	1238,6	220,4	327,3		77,5	5.341
3	DURAZNERO	233,9	108,5		369,5	371,2	284,7	33,1	49,8			1.451
4	NOGAL	403,5	40,3		218,2	267,7	57,5	11,8	27,3	90,7	11,5	1.128
5	NARANJO		8,6	195,7					132,2	113,7	37,5	488
6	LIMONERO		10,5	270,8						67,7	101,0	450
7	CIRUELO	65,6	20,1	34,2		28,0	84,8			40,6		273
8	DAMASCO				118,7		24,1	11,1	38,7			193
9	OLIVO	57,1			32,6		71,6	15,8				177
10	KIWI			51,6		19,1				41,1	47,9	160
11	MANDARINO		46,0	67,0						15,9	16,9	146
12	NECTARINO	49,3				27,7	36,7		30,4			144
13	PERAL	70,7				21,2	24,4	21,6				138
14	ALMENDRO				37,4						38,1	75
15	FRAMBUESA								20,4	18,9		39
16	CHIRIMOYO			30,2								30
17	MEMBRILLO							22,0				22
18	POMELO			15,8								16
		<b>2.652</b>	<b>753</b>	<b>4.863</b>	<b>1.005</b>	<b>2.021</b>	<b>1.823</b>	<b>364</b>	<b>886</b>	<b>863</b>	<b>741</b>	<b>15.968</b>



## **ANEXO N°3**

### **Tabla “Caracterización de suelos en las áreas de vigilancia del río Aconcagua”**

## **ANEXO N°4**

### **RESUMEN DIFERENCIAL DE CONTAMINANTES POR PARÁMETROS**

- **Aluminio,**
- **Cobre,**
- **Fosfato,**
- **Detergentes,**
- **Hierro,**
- **Manganeso,**
- **Molibdeno,**
- **Nitrato,**
- **Nitrito,**
- **Sólidos disueltos,**
- **Sulfato,**
- **Zinc.**

## **ANEXO N°5**

### **Análisis Costo-Beneficio**

### 5.1 Costos

Actividad	Unidad	Unidad/ha	Costo/unidad	Total/ha/año
Compost	m3	30	\$ 13.000	390000
Coberturas vegetales				200000
Implementar manejo Orgánico/Integrado Plagas y Enfermedades				200000
Implementar prácticas de control de erosión de suelo.	m2	15	30000	450000
Implementar y certificar Buenas Prácticas Agrícolas.				3800000
Reducir el pH de suelo vía acidificación de pH agua de riego, a rangos no inferiores a 5.				

### 5.2 Beneficios

- Ahorro en costos de mantenimiento y limpieza de tranques y embalses de riego.
- Ahorro en costos de mantenimiento de los sistemas de riego tecnificado
- Ahorro en costos de reparación, mantención y limpieza de equipos de aplicación de productos agroquímicos.
- Reducir el aumento de contenido de los sólidos disueltos en agua de riego
- Prevenir pérdidas de productividad por exceso de fertilización nitrogenada.
- Prevenir acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando riesgos por fitotoxicidad y pérdidas de productividad
- Prevenir acumulación de Cobre, Hierro, Manganeseo, Zinc y Aluminio en el suelo evitando alteración de las condiciones físico-químicas y microbiológicas de suelo

## **ANEXO N°6**

### **Metodología**

## **ANEXO N°7**

### **Referencias Técnicas**