

**GOBIERNO DE CHILE**  
**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

**DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS  
CURSOS Y CUERPOS DE AGUA  
SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD**

**CUENCA DEL RIO ACONCAGUA**

D	12/12/2003	Aprobación	MTB/AR	SVH      RCC	DGA
A	18/8/2003	Aprobación	MTB/AR	SVH      RCC	DGA
Versión	Fecha	Emitido para	Preparó	Revisó    Cade-Idepe	Cliente
P-1940 Nº DEL PROYECTO		 CONSULTORES EN INGENIERIA		1940-ACO-15 Nº DEL DOCUMENTO	

T:\Proyecto\1940\docs\INFORME\ETAPA\1\1940 ACO-15\ACO-15.doc

**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES .....	1
2.	RECOPILACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA .....	4
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar .....	4
2.2	Sistema Físico Natural .....	6
2.2.1	Clima .....	6
2.2.2	Geología y volcanismo .....	8
2.2.3	Hidrogeología .....	8
2.2.4	Geomorfología .....	11
2.2.5	Suelos .....	12
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Aconcagua .....	13
2.3.1	Flora terrestre y acuática .....	13
2.3.2	Fauna acuática .....	14
2.4	Sistemas Humanos .....	17
2.4.1	Asentamientos humanos .....	17
2.4.2	Actividades económicas .....	18
2.5	Usos del Suelo .....	19
2.5.1	Uso agrícola .....	19
2.5.2	Uso forestal .....	20
2.5.3	Uso urbano .....	20
2.5.4	Áreas bajo protección oficial y conservación de la biodiversidad .....	21
3.	ESTABLECIMIENTO DE BASES DE DATOS .....	22
3.1	Información Fluviométrica .....	22
3.2	Usos del Agua .....	24
3.2.1	Usos in – situ .....	24
3.2.2	Usos extractivos .....	25
3.2.3	Biodiversidad .....	28
3.2.4	Usos ancestrales .....	29
3.2.5	Conclusiones .....	29
3.3	Descargas a Cursos de Agua .....	32
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario .....	32
3.3.2	Descargas de tipo industrial .....	34
3.3.3	Contaminación difusa por pesticidas .....	36

**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
3.4	Datos de Calidad de Aguas .....	37
3.4.1	Fuentes de Información.....	37
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo.....	42
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACDN .....	43
4.1	Análisis de Información Fluviométrica.....	43
4.1.1	Análisis por estación.....	43
4.1.2	Conclusiones .....	55
4.2	Análisis de la Calidad de Agua .....	56
4.2.1	Selección de parámetros .....	56
4.2.2	Análisis de Tendencia Central .....	59
4.2.3	Programa de muestreos .....	62
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI) .....	63
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional .....	64
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua .....	78
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .....	89
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal .....	89
5.2	Análisis de los Parametros de Calidad a Nivel de Cuenca.....	100
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca .....	104
5.4	Calidad Natural .....	116
5.4.1	Cobre .....	118
5.4.2	Aluminio .....	118
5.4.3	Hierro .....	119
5.4.4	Molibdeno .....	119
5.4.5	Manganeso .....	120
5.4.6	Conductividad eléctrica.....	120
5.4.7	Sulfatos .....	121
5.4.8	Estaño.....	121
5.4.9	Sólidos Disueltos .....	121
5.4.10	Sólidos Suspendidos (SS).....	122
5.4.11	Falencias de información.....	122
5.4.12	Conclusiones .....	122

## **INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS .....	124
6.1	Establecimiento de Tramos.....	124
6.2	Asignación de Clases Objetivos .....	127
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo.....	135
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES .....	136
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial .....	136
7.1.1	Antecedentes .....	136
7.1.2	Estimación del ICAS .....	137
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo .....	138
7.2	Zonas de Dilución .....	139
7.2.1	Criterios generales para la definición de una zona de dilución .....	139
7.2.2	Normativa chilena vigente .....	140
7.2.3	Condiciones hidráulicas del cuerpo receptor.....	141
7.2.4	Criterios geométricos para definir la zona de dilución .....	142
7.2.5	Criterios matemáticos (Modelación de la pluma efluente).....	143
7.2.6	Criterios ecotóxicos .....	143
7.3	Programa de Monitoreo Futuro .....	144
7.4	Sistema de Información Geográfico.....	145
7.5	Referencias.....	146

## **ANEXOS**

Anexo 3.1 :	Estadísticas de Caudales Medios Mensuales cuenca del río Aconcagua
Anexo 3.2 :	Contaminación Difusa
Anexo 3.3 :	Base de Datos Depurada (Archivo Magnético)
Anexo 4.1 :	Tendencia Central
Anexo 4.2 :	Base de Datos Integrada (Archivo Magnético)
Anexo 4.3 :	Mapa Potencial de Generación Ácida
Anexo 6.1:	Asignación Clase Actual y Objetivo Cuenca del río Aconcagua
Anexo 7.1:	Indice de Calidad Actual Cuenca del Río Aconcagua
Anexo 7.2:	Indice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Aconcagua

## 1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La hoya del río Aconcagua se desarrolla en el extremo sur de la zona de los Valles Transversales o Semiárida, en la Región de Valparaíso. Su extensión alcanza a 7.340 km<sup>2</sup>, y su rumbo general es de E a W. Sus más caudalosos afluentes los recibe por la ribera norte y todos sus tributarios formativos asientan sus cabeceras en el interior de la cordillera andina en un sector donde ésta alcanza elevaciones excepcionales, como son los cerros Juncal (6.110 m); Alto de los Leones o Cabeza de León (5.400 m.) y el macizo del Aconcagua (7.021 m.)

El Aconcagua se forma de la reunión en la cordillera de los Andes, a 1.430 m de altitud, de los ríos Juncal, que proviene del oriente, y Blanco, que vienen del sureste. Sin embargo, en la carta oficial escala 1:50.000 publicada recientemente por el IGM, aparece el río Aconcagua formado por la reunión de los ríos Juncal, que se prolonga hacia aguas abajo de la junta del río Blanco, con el río Colorado. Esta denominación es discutible, por cuanto la gente del lugar conoce con el nombre de río Aconcagua desde la junta del río Blanco, aparte de que la D.G.A. tiene estaciones limnimétricas en este tramo con los nombres de "Aconcagua en río Blanco y "Aconcagua en Los Quilos".

Desde la junta con el río Blanco, el río Aconcagua recorre 142 km hasta su desembocadura en la bahía de Concón en el Mar Chileno. Sin embargo, si se considera el desarrollo del río Juncal desde su nacimiento, el recorrido alcanza a 177 km.

El río Juncal se origina en la cordillera de igual nombre, que divide las aguas con la cuenca del Maipo, en una gran lengua de ventisquero llamado glaciar Juncal Norte. En su desarrollo de 35 km recibe por ambas riberas numerosos arroyos, la mayoría originados también en glaciares colgados. Entre esos tributarios está el río Juncalillo o Juncalito, al cual se le reúne el emisario de la laguna del Inca. Este es un cuerpo de agua elevado a 3.200 m sobre el mar, de forma elíptico-elongada con un eje mayor de 4 km y un ancho medio de 600-700 metros.

El río Blanco se genera al pie norte de los cerros La Copa y El Altar, en el cordón de displuvio con la cuenca alta del río Mapocho; se dirige al NW con una gran pendiente y una longitud de 15 km. Su tributario más importante es el río Los Leones, que se genera en áreas englaciadas alrededor del cerro Alto de Los Leones (5.400 m).

En el tramo río Blanco-Los Andes, el tributario más importante por la ribera norte es el río Colorado. Debe su nombre al limo y otros sedimentos rojizos que enturbian sus aguas en las crecidas. El río Colorado se origina al pie del paso del Rubio, de los esteros del Portillo Hondo y de Los Azules. En su recorrido de 58 km, drena una amplia porción del cordón limítrofe y recibe, por lo tanto, numerosos tributarios, entre los cuales se cuentan el

estero de Las Piedras y quebrada El Tordillo. Por la derecha recibe los esteros del Bolsillo, los Cumpios del Diablo, Lagunillas y El Maitén.

Otros afluentes menores hacen sus aportes al Aconcagua en este tramo. Los más importantes son el estero Riecillos, que con su afluente de Las Gualtatas desaguan las llamadas lagunas Corraladas, y el estero Vilcuya.

En los alrededores de San Felipe, el río Aconcagua recibe otros tributarios de importancia, donde llega el estero Pocuro que recoge aguas de precordillera, de la vertiente norte del cordón de Chacabuco.

Cuatro kilómetros aguas abajo de San Felipe, el Aconcagua recibe uno de sus más importantes afluentes, cual es el río Putaendo, que se origina en la localidad de Los Patos, a 1.188 m s.n.m. de la reunión del río Rocín que viene del oriente y del estero Chalaco que proviene del norte. Desarrolla un curso dirigido al SSW de 34 km y desemboca en el Aconcagua en una caja muy ancha y pedregosa. La sub-hoya del Putaendo tiene una extensión de 1.192 km<sup>2</sup> y una longitud de 85 km.

La hoya situada entre Los Andes y San Felipe recibe por su vertiente norte el estero Quilpué que drena un amplio sector cordillerano con una nutrida red de esteros y arroyos, de los cuales el estero San Regis es el más importante, el cual se forma de la reunión de los esteros San Francisco con El Barro. Un índice de la importancia del estero Quilpué es su longitud de 52 km, considerando su formativo más alejado, aunque su gasto sea bajo.

En el sector comprendido entre San Felipe y La Calera, el principal tributario es el estero Catemu que riega el valle agrícola de ese nombre; tiene un desarrollo de 14 km en dirección al sur. También en este tramo recibe el estero Los Loros que le cae desde el sur y que drena el valle tectónico de Llay Llay.

En el curso inferior, entre La Calera y el mar, los afluentes relevantes son los esteros Los Litres y Limache. El primero drena la falda sur de La Calera. Corre por la vaguada de un ancho valle agrícola, donde se emplazan las ciudades de El Melón y Nogales.

El estero Limache se une al río Aconcagua por la izquierda a sólo 8 km del mar, en Concón Alto. Tienen cabeceras en la vertiente poniente de los cerros La Campana y el Roble y del cordón de La Dormida, donde se juntan los esteros Las Palmas, quebrada Alvarado y Cajón de La Dormida con el nombre de estero Pelumpén. Más abajo bisecta la ciudad de Limache y sigue al W casi paralelo al curso del río Aconcagua. Conformar una típica hoya de régimen pluvial con una superficie de 573 km<sup>2</sup>. Una pequeña obra de regulación está emplazada en uno de sus principales afluentes, cual es el estero Lliulliu. Sobre el estero Limache mismo se ubica el embalse Aromos.

Los cauces a estudiar en la cuenca son los siguientes:

- río Aconcagua
- estero Catemu
- río Putaendo
- río Colorado
- río Juncal
- río Blanco
- estero Pocuro
- estero Limache
- estero Los Litres
- estero Quilpué
- estero Los Loros

## 2. RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA

### 2.1 Cartografía y Segmentación Preliminar

#### a) Cartografía

La cartografía utilizada en la Cuenca del río Aconcagua incluye una amplia variedad de información vectorial la que procede de las siguientes fuentes:

- Bases cartográficas del SIGIRH, del MOP-DGA. Escala 1:50.000 / 250.000
- Bases del Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) de CONAMA.
- Bases del Catastro de Bosque Nativo de la CONAF, reclasificado por CONAMA.
- Sistema de información integrado de riego (SIIR), de la Comisión Nacional de Riego (CNR.)
- Catastro de Bocatoma MOP/DGA

Dado que las fuentes de información son diversas y que se ha definido como parámetro de referencia el sistema desarrollado por la DGA, se ha aplicado el proceso de análisis establecido en la Metodología. Además ha sido necesario verificar las codificaciones para generar la unión de bases de datos.

#### b) Segmentación preliminar

La segmentación adoptada en la cuenca del río Aconcagua es la indicada en la Tabla 2.1 y que se muestra en la lámina 1940-ACO-02.



**Tabla 2.1 : Segmentación adoptada en los cauces seleccionados de la Cuenca del río Aconcagua**

CUENCA RIO ACONCAGUA					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Termina en:
0540	Río COLORADO	CO	1	0540 - CO - 10	Naciente río Colorado	Junta río Riecillos
0540	Río COLORADO	CO	2	0540 - CO - 20	Junta río Riecillos	Junta río Juncal
0540	Río JUNCAL	JU	1	0540 - JU - 10	Naciente río Juncal	Est. DGA río Juncal en Juncal
0540	Río JUNCAL	JU	2	0540 - JU - 20	Est. DGA río Juncal en Juncal	Junta río Blanco
0540	Río JUNCAL	JU	3	0540 - JU - 30	Junta río Blanco	Confluencia río Colorado
0540	Río BLANCO	BL	1	0540 - BL - 10	Naciente río Blanco	Est. DGA río Blanco en canal Hidroeléctrica Blanca
0540	Río BLANCO	BL	2	0540 - BL - 20	Est. DGA río Blanco en canal Hidroeléctrica Blanca	Junta río Juncal
0541	Río ACONCAGUA	AC	1	0541 - AC - 10	Conf. Río Colorado y Juncal	Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito
0541	Río ACONCAGUA	AC	2	0541 - AC - 20	Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito	Junta estero Pocuro
0541	Río ACONCAGUA	AC	3	0541 - AC - 30	Junta estero Pocuro	Junta estero Quilpué
0541	Río PUTAENDO	PU	1	0541 - PU - 10	Naciente río Putaendo	Frente a Putaendo
0541	Río PUTAENDO	PU	2	0541 - PU - 20	Frente a Putaendo	Junta estero Quilpué
0541	Est. QUILPUÉ	QU	1	0541 - QU - 10	Naciente estero Quilpué	Junta río Putaendo
0541	Est. QUILPUÉ	QU	2	0541 - QU - 20	Junta río Putaendo	Junta río Aconcagua
0541	Est. POCURO	PO	1	0541 - PO - 10	Naciente estero Pocuro	Est. DGA estero Pocuro en el Sifón
0541	Est. POCURO	PO	2	0541 - PO - 20	Est. DGA estero Pocuro en el Sifón	Junta río Aconcagua
0542	Río ACONCAGUA	AC	1	0542 - AC - 10	Junta estero Quilpué	Junta estero Catemu
0542	Río ACONCAGUA	AC	2	0542 - AC - 20	Junta estero Catemu	Junta estero Los Loros
0542	Río ACONCAGUA	AC	3	0542 - AC - 30	Junta estero Los Loros	Junta estero Los Litres
0542	Río ACONCAGUA	AC	4	0542 - AC - 40	Junta estero Los Litres	Frente Quillota
0542	Río ACONCAGUA	AC	5	0542 - AC - 50	Frente Quillota	Junta estero Limache
0542	Río ACONCAGUA	AC	6	0542 - AC - 60	Junta estero Limache	Desembocadura
0542	Est. CATEMU	CA	1	0542 - CA - 10	Naciente estero Catemu	Junta río Aconcagua
0542	Est. LOS LOROS	LO	1	0542 - LO - 10	Naciente estero Los Loros	Junta río Aconcagua
0542	Est. LOS LITRES	LL	1	0542 - LL - 10	Naciente estero Los Litres	Junta río Aconcagua
0542	Est. LIMACHE	LI	1	0542 - LI - 10	Naciente estero Limache	Entrada embalse Los Aromos
0542	Est. LIMACHE	LI	2	0542 - LI - 20	Salida embalse Los Aromos	Junta río Aconcagua

## 2.2 Sistema Físico Natural

### 2.2.1 Clima

Los climas que se distinguen en la cuenca del Río Aconcagua corresponden a los climas: Templado de tipo Mediterráneo con estación seca prolongada y Frío de altura en la Cordillera de los Andes. [Ref. 2.1]

#### a) Clima Templado Mediterráneo con estación seca prolongada:

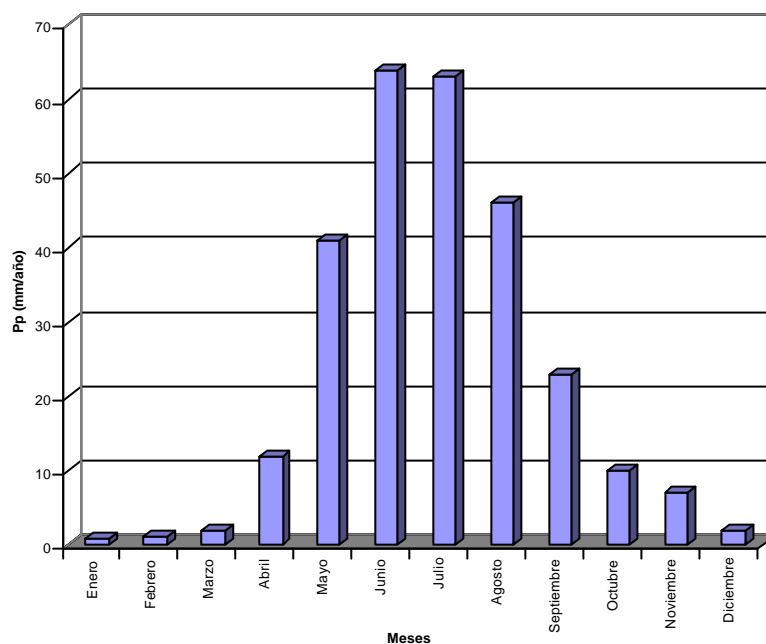
Se desarrolla prácticamente en toda la cuenca del río Aconcagua. Su característica principal es la presencia de una estación seca prolongada y un invierno bien marcado con temperaturas extremas que llegan a cero grados. Los Andes registra una temperatura media anual de 15,2° C pero los contrastes térmicos son fuertes. En verano las máximas alcanzan valores superiores a 27° C durante el día.

Los montos de precipitación media anual registrados en el sector costero de la cuenca alcanzan valores aproximados de 395 mm/año y temperaturas de 14.5° C. Por efectos del relieve, en el sector centro de la cuenca, se presentan áreas de mayor sequedad y montos menores de precipitación (261 mm/año). En sectores más elevados, las precipitaciones aumentan alcanzando valores medios anuales de 467 mm y temperaturas medias anuales de 14.1°C (Estación Vilcuya).

#### b) Clima Frío de Altura

El Clima Frío de Altura, se localiza en la Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 metros de altura. Las bajas temperaturas y las precipitaciones sólidas, caracterizan este tipo climático, permitiendo la acumulación de nieve y campos de hielo de tipo permanentes en cumbres y quebradas de la alta Cordillera.

En general, para ambos tipos climáticos, los valores registrados de precipitación, son mayores durante las temporadas invernales especialmente durante los meses de junio, julio y agosto (ver figura 2.1).



**Figura 2.1 : Montos de Precipitaciones Medias Mensuales registradas en Estación Pluviométrica de Resguardo Los Patos**

La escorrentía en el sector costero de la cuenca, presenta valores aproximados de 50 mm/año y en el sector centro (Los Andes), estos valores no superan los 20 mm/año.

Desde el punto de vista de disponibilidad de los recursos hídricos, las pérdidas de agua por evaporación potencial en el sector centro de la cuenca (Quillota) alcanzan los 1.361 mm/año y en sectores altos (Vilcuya), 2.209 mm/año. [Ref. 2.2]

El área para la existencia de acumulación de nieve es relativamente amplia, siendo el régimen del río Aconcagua de crecidas en invierno por las precipitaciones y en primavera por los deshielos. El viento predominante posee dirección SW.

### 2.2.2 Geología y volcanismo

La cuenca está influenciada en el sector alto, por rocas sulfuradas, materiales volcánicos vítreos de texturas gruesas ubicados en los sectores de mayores pendientes en la Cordillera de los Andes.

En el sector de río Aconcagua, localidad de San Felipe, existe influencia de rocas ácidas. En sectores próximos a la desembocadura, existe influencia mixta de rocas sulfuradas y de caliza.

Las formaciones antes mencionadas corresponden a [Ref. 2.3]:

- Rocas Sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno; Depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.
- Rocas Volcánicas del Mioceno Inferior-medio; Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas, lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesíticos-basálticas a dacíticas.
- Rocas volcano-sedimentarias del cretácico inferior-Cretácico Superior. Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoitas, conglomerados, areniscas, linolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base.

No existe influencia de volcanes en el área de la cuenca. [Ref. 2.4]

### 2.2.3 Hidrogeología

Los acuíferos subterráneos se ubican solamente alrededor del cauce del río Aconcagua y Putaendo. El resto de la cuenca no presenta este tipo de formaciones ya que la permeabilidad en esta zona es nula o muy baja.

El movimiento del acuífero es en sentido del movimiento del cauce principal del río.

La información hidrogeológica disponible está desarrollada en el sector de la desembocadura, el que fue estudiado en 1997 por INGENDESA [Ref. 2.5]. Del informe se desprende que en el sector de desembocadura, se presentan dos acuíferos claramente diferenciados. A nivel superficial y hasta una profundidad variable, se ubica el acuífero libre

constituido por materiales fluviales como gravas y arenas, formando un relleno bastante permeable y de buena capacidad de almacenamiento, en el cual se encuentra en contacto directo con la recarga proveniente del río Aconcagua. Desde el sector de la junta entre el estero Limache y río Aconcagua hasta la desembocadura, el acuífero superficial presenta un espesor del orden de 10 metros y aguas arriba del puente, en la zona no diferenciada varía entre 60 y 100 metros.

A una mayor profundidad, se ubica el acuífero confinado, el que se encuentra separado del anterior por una capa predominantemente arcillosa. Dada la baja permeabilidad del estrato arcilloso, se genera un confinamiento del acuífero inferior, el que presenta niveles piezométricos generalmente distintos al acuífero superficial. El acuífero confinado a pesar de tener un bajo almacenamiento, como es característico en acuíferos en presión, presenta buenos rendimientos, presentando transmisibilidades sobre 700 m<sup>2</sup>/día en algunos pozos. Esto permite una buena recarga en los puntos explotados, proveniente del flujo propio de la napa, lo que explica el buen rendimiento de estas captaciones.

A mayor profundidad, existirían rellenos más antiguos, que se encuentran más consolidados y cuyo porcentaje de finos puede resultar mayor. De acuerdo a estos antecedentes, el acuífero confinado puede dividirse en dos subestratos; uno permeable que constituye el acuífero propiamente tal y un relleno inferior a éste, de menos permeabilidad que participa de manera secundaria como componente. Existe un relleno inferior a éste, de menos permeabilidad, que participa de manera secundaria como componente del flujo longitudinal que se desarrolla en la zona confinada.

Ambos acuíferos presentan un ancho promedio de unos 1.500 metros. El acuífero confinado se diferencia del freático por la capa arcillosa, la que va perdiendo definición hacia aguas arriba de la angostura de Mauco. Por tanto, se puede considerar que el acuífero confinado se extiende desde este sector, donde se encuentra conectado al acuífero freático, presentando las características elásticas de un acuífero libre.

En el sector de Santa Rosa de Colmo, donde se ubican los pozos de ENAMI, los estratos permeables se alteran con capas arcillosas, presentándose varios acuíferos menores de rendimiento más limitado.

Una situación similar se aprecia en el sector costero de Las Gaviotas, donde se ubican algunas captaciones para uso industrial. Estos pozos, de bajo rendimiento (2-10 l/s), captan de napas pequeñas intercaladas por medios menos permeables y se ubican cerca de los bordes del basamento rocoso. Esta diferencia en la estratificación es común en los rellenos que se ubican cerca de las laderas de los cerros, puesto que los procesos de depositación resultan más variados en comparación a puntos ubicados hacia el centro del valle. Los depósitos fluviales del río, se alternan con apozamientos (arcillas) y sedimentos más graduados provenientes de las laderas.

This map shows the Los Andes region in Chile. Key towns include Putaendo, San Felipe, Quillota, Los Andes, Colina, and Quintero. The map features a network of roads marked with red lines and numbers, as well as various geographical features like rivers (Río Colorado, Río Blanco, Río Putaendo), lakes (Lago Pehuelas, Lago del Inca), and estuaries (Est. Quilque, Est. Los Tralmes). The map also shows the coastline and the Pacific Ocean (Océano Pacífico).

**Figura 2.2: Características Hidrogeológicas de la cuenca del río Aconcagua**

#### 2.2.4 Geomorfología

El río Aconcagua escurre por el último de los valles que conforman la zona de los Valles Transversales, y está separado del Núcleo o Valle Central por el Cordón de Chacabuco.

Desde el punto de vista geomorfológico, existe una serie de elementos fisiográficos que podrían ser identificados claramente. Los grupos principales son: Cordillera de los Andes, Valles Transversales y Cordillera de la Costa.

En la latitud en que se ubica la cuenca, la cordillera de la Costa alcanza las elevaciones más prominentes del territorio nacional; sin embargo, los cerros del área corresponden a pequeñas elevaciones aisladas que resaltan del resto del paisaje. Las cumbres más destacadas son las siguientes: Aconcagua (728 m s.n.m), Torquemado (352 m s.n.m.), Colorado y Buitre (496 m s.n.m.)

El macizo rocoso, cuya última estribación hacia el sur es el cerro Aconcagua, va adquiriendo mayor extensión y altitud desde Rautén hacia el norte de la ribera del río Aconcagua, en contraposición a lo que ocurre hacia el sur de ésta.

La planicie costera en esta zona, corresponde a una zona de relieve plano con pendiente orientada de Este a Oeste y que se extiende desde aproximadamente la cota 500 m hasta la línea de costa; en este elemento morfológico han sido labradas una serie de terrazas de abrasión marina, cuyos niveles pueden ser fácilmente identificados por su posición relativamente elevada; su superficie presenta una inclinación hacia el Oeste y está cubierta parcialmente por materiales sedimentarios.

El contacto entre la planicie costera y la cordillera de la costa estaría dado por un contacto litológico, es decir, límite entre los dos tipos de rocas que habrían sido afectadas diferencialmente por una erosión sub área.

El contacto entre la planicie y la llanura aluvial corresponde en parte a un contacto entre roca y sedimento y en parte entre sedimentos de diferentes edades. Cuando es roca, la separación entre ambas unidades permite la existencia de las llamadas terrazas protegidas; es decir, terrazas que quedan fuera de las posibilidades de erosión lateral del cauce principal, en este caso, el río Aconcagua.

La llanura aluvial es el elemento geomorfológico más interesante en cuanto a la hidrogeología, puesto que concentra todas las expectativas de captar caudales significativos de agua subterránea. En esta zona, corresponde a una terraza de ancho variable con promedio de 1.000 m con pendiente de este a oeste, que en sus primeros kilómetros es de 0,2%; es el remanente que ha dejado la erosión actual del río de lo que

hasta hace poco tiempo era una llanura continua que se extendía cubriendo todo el piso del valle.

La erosión fluvial ha reemplazado los sedimentos que la formaban por materiales más recientes, que permiten una clara separación entre ambos. El río ha mantenido una divagación continua con clara tendencia a la meandrización, situación que está particularmente clara en tiempos históricos. En efecto, de acuerdo a levantamientos topográficos, se puede evidenciar variaciones en la desembocadura del río Aconcagua en el mar, la que antiguamente estaba ubicada unos 800 a 1.000 metros al norte de la actual [Ref. 2.7].

## 2.2.5 Suelos

El paisaje geomorfológico donde se han formado los suelos de este valle es bien característico. El valle es relativamente amplio los suelos aluviales recientes y los suelos Nogales, San Felipe, ocupan terrazas bastante amplias. El constante relleno del cauce del río con rodados, ha originado un solevantamiento de su lecho, dejando áreas depresionarias ubicadas preferentemente próximas a los cerros. En estas zonas, además se encuentran suelos de materiales finos y orgánicos, como los tipos: Las Vegas, Quillota, Panquehue, entre otros. Las altas pendientes de los cerros y el continuo desprendimiento de sus materiales, ha originado grandes formaciones de piedemontes, a ambos lados del valle.

La cuenca del río Aconcagua posee unidades taxonómicas características de la V Región de Valparaíso y corresponden básicamente a suelos anfisoles, inceptisoles y mollisoles. A continuación, en la tabla 2.2, se describen las principales características que presentan estas unidades.

**Tabla 2.2 : Unidades Taxonómicas presentes en la cuenca del río Aconcagua**

Taxa	Zona	Características
Alfisoles	Se presentan en sectores costeros	Suelos con buen grado de evolución. En la vertiente poniente de la Cordillera de la Costa estos suelos se han desarrollado directamente a partir de roca granítica, presentando un fuerte incremento del contenido de arcilla en profundidad.
Inceptisoles	Situados preferentemente en la costa	Suelos de desarrollo incipiente que forman inclusiones en toda la región V, generalmente son derivados de terrazas marinas altas y de relieve plano a ligeramente inclinado, de colores pardo rojizos.
Mollisoles	Ubicados en el valle central	Suelos aluviales, en la zona que comprende a la región de Valparaíso alcanzan un desarrollo moderado. Cabe mencionar que sobre estos suelos se desarrolla la mayor parte de la agricultura de riego de la zona.

[2.8]



Otra característica de los suelos presentes en esta cuenca, es la presencia de suelos con terrazas remanentes, que constituyen los mejores suelos de la zona y se caracterizan principalmente, por presentar perfiles profundos, bien desarrollados, de texturas medias a finas, de buena estructura, planos suavemente ondulados. Estas características permiten un buen desarrollo radicular y buena retención de humedad, estos se encuentran localizados en los siguientes sectores: estero Pocuro, Curimón, Catemu, Las Chilcas y en La Calera.

Además, se ubican suelos aluviales recientes, con desarrollo incipiente de sus perfiles, de texturas medias a gruesas, con diversos grados de pedregosidad tanto en superficies como en el perfil; se ubican de modo preferente en los siguientes sectores de Chagres y Putaendo.

Los suelos aluvio-coluviales ubicados en San Francisco de Limache y Granizo, ocupan una posición de plano inclinado suave y en posición más alta que los típicamente aluviales, prestan texturas gruesas y con clastos redondeados y angulares.

## 2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Aconcagua

### 2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Matorral Esclerófilo Andino presente en la zona alta del río y Matorral Espinoso de las serranías y Bosque esclerófilo costero, en el valle y desembocadura del río respectivamente.

Las principales características de las comunidades vegetales tipo, son las siguientes:

- Matorral Esclerófilo Andino: esta formación vegetal responde a un patrón de distribución que está determinado esencialmente por el relieve, en el cual se fijan pisos altitudinales muy estrechos, siendo importante la influencia de la exposición. En esta formación vegetal, se distinguen las siguientes especies: Franjel- Guindillo, Duraznillo- Horizonte, Lun- Maitén y Ciprés- Litrecillo.
- Matorral Espinoso de las serranías: desde el punto de vista botánico, la información existente es limitada, pues constituye un territorio escasamente explorado. La fisionomía vegetal es heterogénea por la diversidad del mosaico ambiental, pero domina la condición xerófita de los

arbustos espinosos. En esta formación vegetal, se distinguen las siguientes especies: Algarrobo – Huingán, Espino – Incienso, Colliguay – Palhuén, Colliguay – Palo Yegua, Sauce Amargo – Maitén, Brea – Chilquilla, Quillay – Guayacán, Espino – Sereno y Chagual – Palhuén.

- Bosque Esclerófilo Costero: Bosque esclerófilo que se encuentra muy alterado, mostrando la presencia de diferentes estados regenerativos. Se distribuye en un sector costero montañoso y en las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa. En algunas localidades se encuentran relictos de un antiguo bosque laurifolio hoy día desaparecido. En esta formación vegetal, se distinguen las siguientes especies: Belloto – Patagua, Peumo – Molle, Palma – Litre, Canelo – Chequén, Litre – Boldo, Peumo – Chequén y Temu – Patagua [Ref. 2.9].

La flora acuática de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes especies.

**Tabla 2.3: Flora acuática presente en la cuenca del río Aconcagua**

SUBCUENCA	ESPECIE
Río Blanco	NO
Río Juncal	NO (solamente clorófitas en pozones ribereños)
Río Colorado	Clorófitas
Río Putaendo	Cladophora (escasas)
Estero Los Litres	Cladophora (escasas)
Estero Limache	Zannichellia y Potamogeton (abundante)
Río Aconcagua (desde su nacimiento hasta desembocadura)	Clorófitas, Myriophyllum, Potamogeton, Azolla, Cladophora, Jussiaea y Ceratophyllum.

NO: no se observan plantas acuáticas.

PE: Peligro de extinción.

V: Vulnerable.

[Ref. 2.7]

### 2.3.2 Fauna acuática

Las taxas macroinvertebradas más comunes que se encuentran en la cuenca del río Aconcagua son las siguientes:

**Tabla 2.4 : Macroinvertebrados presentes en el río Aconcagua**

CAUCE	TAXA						
	INSECTA				ANNELIDA	PLATYHELMINTHES	CRUSTACEA
	Diptera	Ephemeroptera	Coleoptera	Trichoptera	Oligochaeta	Turbellaria	Ostracoptera
Juncal	Chironomidae, Simuliidae,	Morfo 3, Morfo 5		Leptoceridae			
Colorado	Chironomidae	Caenidae					
Putando	Chironomidae, Tipulidae, Psychodidae	Morfo 4					
Los Litres	Chironomidae, Culicidae	Morfo 3		Hydroptilidae, leptoceridae		X	
Estero Limache	Chironomidae, Tipulidae, Culicidae	Morfo 3		Hydroptilidae,	X		X
Río Aconcagua  En Las truchas	Chironomidae, Culicidae	Caenidae		Leptoceridae			
Río Aconcagua en Curimon	Chironomidae			Leptoceridae	X		
Río Aconcagua en Panquehue	Chironomidae, Tipulidae, Mycetophilidae	Morfo 4		Hydroptilidae, leptoceridae, Hydropsychidae		X	
Río Aconcagua en Quillota	Chironomidae, Tendipedidae	Morfo 4		Hydroptilidae, leptoceridae	X		
Río Aconcagua en Pte. Colmo	Chironomidae, Tipulidae, Culicidae	Morfo 3, Morfo 4			X		

[Ref. 2.7]

Las especies ícticas identificadas en el río Aconcagua y sus tributarios, se incluyen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.5: Especies piscícolas presentes en la cuenca del río Aconcagua**

SUBCUENCA	ESPECIE
Río Blanco	NO
Río Juncal	NO

NO: no se observan plantas acuáticas.

SUBCUENCA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Río Colorado	Trucha arcoiris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	NE
	Trucha café ( <i>Salmo trutta</i> )	NE

SUBCUENCA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Río Putaendo	Trucha café ( <i>Salmo trutta</i> )	NE
	Pejerrey chileno del sur ( <i>Basilichthys australis</i> )	V
	Bagre chico ( <i>Trichomycterus aerolatus</i> )	FP

SUBCUENCA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Estero Los Litres	Pocha ( <i>Cheridon pisiculus</i> )	V
	Pejerrey ( <i>Basilichthys australis</i> )	V
	Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )	SI
	Carpa Dorado ( <i>Carassius carassius</i> )	SI
	Gambusia ( <i>Gambusia affinis</i> )	SI

SUBCUENCA	ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Estero Limache	Pejerrey ( <i>Basilichthys australis</i> )	V
	Gambusia ( <i>Gambusia affinis</i> )	SI
	Bagre Chico ( <i>Trichomycterus aerolatus</i> )	FP
	Pocha ( <i>Cheridon pisiculus</i> )	V

NE : No se encuentra en ninguna categoría de Conservación

V: vulnerable.

FP: fuera de peligro.

SI: sin información.

[Ref. 2.7]

## 2.4 Sistemas Humanos

### 2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Aconcagua forma parte de la V Región abarcando parcialmente las provincias de Quillota, San Felipe, Aconcagua, Los Andes y Valparaíso. La cuenca tiene una superficie de 733.872 Ha, equivalentes al 45 % de la Región de Valparaíso.

Las localidades pobladas de mayor importancia en la cuenca, según el número de habitantes, son las siguientes:

**Tabla 2.6: Población total cuenca del río Aconcagua**

Nombre Asentamiento	Población Total (2002)	Población Total Urbana (2002)	Cauce asociado a Localidad
Artificio*	ND	9.815	Río Aconcagua
Quillota	75.916	66.025	Río Aconcagua
San Felipe	64.126	57.760	Río Aconcagua – E. Quilpué
Los Andes	60.198	55.388	Río Aconcagua
La Calera	49.503	47.836	Río Aconcagua
Limache	39.219	34.948	Estero Limache
Con Con	32.273	31.558	Río Aconcagua
Llay Llay	21.644	16.215	Estero Los Loros
Nogales	21.633	18.698	Estero Los Litres
Hijuelas	16.014	8.196	Río Aconcagua
Putendo	14.649	7.214	Río Putaendo
La Cruz	12.851	10.611	Río Aconcagua
Catemu	12.112	6.706	Estero Catemu

ND: No disponible.

[Ref. 2.10]

\*Población Total Urbana corresponde a una estimación realizada por la SISS al año 2001.

La distribución espacial de los asentamientos humanos anteriores, en general, se emplazan próximos al cauce principal y a los Esteros Limache, Catemu y Los Litres.

De acuerdo al número de habitantes de cada localidad según el censo de 2002, Quillota, San Felipe, Los Andes y La Calera, son las localidades que concentran el mayor número de habitantes.

#### 2.4.2 Actividades económicas

Las principales actividades económicas en esta cuenca son agricultura, minería e industria.

La actividad agrícola se desarrolla principalmente en los alrededores de las ciudades de San Felipe y Los Andes donde los cultivos principales son las siembras de cereales y chacras.

Respecto a la actividad industrial, la minería metálica más importante de la cuenca corresponde a la explotación de cobre fino en sectores de Los Andes y Catemu. La explotación de estos minerales, se lleva a cabo por la minera Andina, División de Codelco Chile (cobre y molibdeno) y la Compañía Minera Disputada de Las Condes Ltda. (cobre).

La División Andina de Codelco, cuenta con el mayor yacimiento de la región ubicado en la provincia de Los Andes, donde se localizan las minas Andina y Sur-Sur. La producción minera, se procesa en Ventanas. Durante el año 2000, Andina alcanzó las 257.970 toneladas de cobre fino y la producción de molibdeno fue de 3.592 toneladas.

Con respecto a la minería no metálica, destaca la explotación de caliza, que se destina principalmente a la producción de Cemento Melón, en la comuna de La Calera [Ref. 2.11].

Además de la minería del cobre, la actividad industrial sobresale por su diversidad, ya que cuenta con actividades tan diversas como industrias de alimentos, conserveras, cemento y minería. La industria está representada también, por la fabricación de productos químicos industriales y frigoríficos relacionados con la conservación de todo tipo de carnes.

## 2.5 Usos del Suelo

La información referente a los Usos del suelo en la cuenca se presenta en la lámina 1940-ACO-01 y se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 2.7: Clasificación Usos del suelo cuenca del río Aconcagua**

Cuenca del río Aconcagua (Ha)	Usos del suelo	Superficie (Ha)	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
	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. [Ref. 2.12]

De acuerdo a los límites y escalas para las distintas Macroregiones consideradas en el Catastro del Bosque Nativo, se tiene que para la Macroregión II (área incluida entre las regiones administrativas V y XII excluyéndose la zona del llano central correspondientes a las regiones administrativas Metropolitana, VI, VII y VIII; los sectores altoandinos de las regiones Metropolitana, VI y VII; la zona de los Canales de la XI y XII Región y zonas de estepas de la XII región), la mínima unidad cartografiable corresponde a 25 Ha.

### 2.5.1 Uso agrícola

El uso agrícola en la cuenca comprende 86.237 Ha equivalentes al 12% de la superficie total. Además, comprende 586 Ha de terrenos cuyo uso se destina a rotación cultivo - pradera.

Los terrenos agrícolas se presentan prácticamente a lo largo de todo el 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 [Ref. 2.12].

Según los antecedentes existentes al año 1997, los principales cultivos corresponden a hortalizas (tomates) y frutales (chirimoya, palta y lúcuma).

El sector agrícola más extenso e importante según los tipos de cultivos anteriores, corresponden a la provincia de Quillota, San Felipe de Aconcagua y Los Andes con 35.003 Ha, 33.589 Ha y 17.451 Ha respectivamente. También destaca, en esta zona, los cultivos de cereales y chacras (trigo y porotos) [Ref. 2.13].

### 2.5.2 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 Ha (0,5%). La superficie que corresponde a bosque nativo es de 29.226 Ha.

Dentro de la cuenca, las provincias con mayor importancia según superficie destinada a la actividad forestal son, Quillota (2.181 Ha) y Valparaíso (1.192 Ha) 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 2.8: Superficie forestal 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.

### 2.5.3 Uso urbano

El uso urbano del suelo está dado por el emplazamiento de la población mayoritariamente en el sector poniente. 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 Ha 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 Ha equivalente al 0,1% el total de la superficie de la cuenca.

La superficie destinada a la minería industrial, comprende una superficie de 1.037 Ha equivalente al 0,1% el total de la superficie de la cuenca. Entre las empresas mineras que se emplazan en la cuenca, se puede mencionar a la 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 emplazadas en gran parte de la superficie de la cuenca, las cuales se dedican principalmente a la explotación de cobre.

#### 2.5.4 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 emplaza 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 Ha, equivalentes al 1,2% de la superficie total de la cuenca.

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

### 3. ESTABLECIMIENTO DE BASES DE DATOS

#### 3.1 Información Fluviométrica

La información utilizada para la realización del presente estudio hidrológico ha sido 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 3.1: 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

La ubicación de las estaciones se ilustra en la lámina 1940-ACO-02.

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.

Para el análisis hidrológico se han considerado dos grupos de estaciones según su régimen hidrológico: el primero tiene un régimen nival y el segundo uno nivo – pluvial.

- Grupo 1; Régimen Nival: Este grupo comprende la parte alta de la cuenca del río Aconcagua, desde sus inicios en la alta cordillera, hasta unos 8 km aguas arriba de la ciudad de Los Andes. Incluye las estaciones fluviométricas ubicadas en los ríos Putaendo, Colorado, Juncal y Blanco.

- Grupo 2; Régimen Nivo – Pluvial: Este grupo incluye la parte baja del río Aconcagua, desde la ciudad de San Felipe hasta su desembocadura en el océano Pacífico, y los esteros Pocuro y Catemu. Contiene cuatro estaciones fluviométricas, de las cuales las dos ubicadas en el río Aconcagua muestran un régimen nivo – pluvial, en tanto que las ubicadas en los esteros aportantes tienen un régimen más pluvial.

**Tabla 3.2: Grupos de Estaciones Fluviométricas**

	Régimen	Nombre Estación
1	Nival	RÍO JUNCAL EN JUNCAL
2		RÍO BLANCO EN RÍO BLANCO
3		RÍO ACONCAGUA EN RÍO BLANCO
4		RÍO COLORADO EN COLORADO
5		RÍO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO
6		RÍO PUTAENDO EN RESGUARDO LOS PATOS
3	Nivo - Pluvial	ESTERO POCURO EN EL SIFÓN
7		RÍO ACONCAGUA EN SAN FELIPE
8		RÍO ACONCAGUA EN ROMERAL
9		ESTERO CATEMU EN PUENTE SANTA ROSA

Para cada régimen se escogió una estación patrón con el objetivo de completar y extender las estadísticas de las estaciones. Las estaciones patrones seleccionadas son las siguientes:

- Río Aconcagua en Chacabuquito
- Río Aconcagua en San Felipe

La estadística completada y extendida utilizada para el análisis de frecuencia de esta cuenca se encuentra en el anexo 3.1, donde se presentan los datos calculados para completar la estadística.

### 3.2 Usos del Agua

Las aguas superficiales presentes en una cuenca hidrográfica pueden ser utilizadas de distintas maneras. Se han diferenciado tipos de usos del agua, los cuales se han agrupado en usos in-situ, usos extractivos, usos para la biodiversidad y usos ancestrales.

Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Catastro de Bocatomas III a VIII Regiones DGA.
- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad V Región de Valparaíso”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP.
- “Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento”, Ricardo Edwards – Ingenieros Ltda. para DGA, MOP octubre 1991
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP enero 1996.

#### 3.2.1 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:

##### a) Acuicultura

El uso del agua para la acuicultura considera las zonas de la cuenca destinadas para la producción de recursos hidrobiológicos. El uso para este tipo de actividad requiere la autorización por parte del organismo correspondiente, que en este caso es el SERNAP. La información recopilada señala que no existen áreas expresamente autorizadas para acuicultura en los ríos de esta cuenca.

Sin embargo, se han identificado bocatomas para este uso en el río Blanco.

b) Pesca deportiva y recreativa

Este uso es el que se destina a la actividad realizada con el objeto de capturar especies hidrobiológicas sin fines de lucro y con propósito de deporte, recreo, turismo o pasatiempo.

En esta cuenca no existen zonas donde se desarrolle esta práctica.

3.2.2 Usos extractivos

Los usos extractivos son los que se extraen o consumen en su lugar de origen. A continuación se mencionan los usos extractivos en esta cuenca:

a) Riego

El uso del agua para riego es aquel que incluye la aplicación del agua desde su origen natural o procedente de tratamiento. Se distingue riego irrestricto y restringido. El primero es el que contempla agua, cuyas características físicas, químicas y biológicas la hacen apta para su uso regular en cada una de las etapas de desarrollo de cultivos agrícolas, plantaciones forestales o praderas naturales. En el riego restringido, en cambio, la aplicación se debe controlar, debido a que sus características no son las adecuadas para utilizarlas en todas las etapas de cultivos y plantaciones. En este acápite, sin embargo, no se desagregan estas clasificaciones de riego porque no existen antecedentes para hacerlo.

La cuenca del río Aconcagua cuenta con una amplia infraestructura de riego: 1.230 canales, con 470 km de longitud en total; 51 embalses menores y 3 embalses mayores. Además cuenta con 10.292 usuarios, que alcanzan a regar una superficie de 22.703 há. (Incluyendo la subcuenca del Putaendo y sin considerar la 1ª y 3ª secciones del Aconcagua). Esta información corresponde a la situación vigente en el año 1991[Ref. 3.1].

Para analizar la demanda de agua para riego se ha dividido el río Aconcagua en cuatro secciones. La primera sección está comprendida entre el nacimiento del río y el puente caminero de San Felipe, para la cual existe una Junta de Vigilancia y 9 comunidades de aguas. La segunda sección está comprendida desde el puente caminero en San Felipe hasta la Puntilla de Romeral, y no cuenta con organizaciones establecidas legalmente. La tercera sección, comprende el tramo entre la Puntilla de Romeral y la bocatoma del canal Molino de Rautén. Existe una Junta de vigilancia establecida legalmente. La cuarta sección corresponde al tramo inferior del cauce y no se encuentra organizada legalmente. En tanto, el río Putaendo cuenta con 38 comunidades de aguas.

En la siguiente tabla se indican las demandas de agua de riego del en la cuenca en 1996:

**Tabla 3.3: Demandas de agua de riego (l/s)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1ª sección Aconcagua	11623	9402	6281	2791	257	391	365	2321	3599	6604	9059	11656
2ª sección Aconcagua	6420	5206	3363	1554	554	584	519	1203	1827	3461	4728	6379
3ª sección Aconcagua	8769	5879	3719	2313	1288	850	762	895	3196	4209	7443	9593
4ª sección Aconcagua	344	275	178	118	56	45	50	68	105	168	321	358
Putando	2413	1682	1172	524	147	130	142	433	748	1366	2202	1863

[Ref. 3.2]

b) 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 3.4: Servicio de agua potable de la cuenca del Aconcagua (l/s)<sup>1</sup>**

Captación	Planta	Sistema	Capacidad
Bocatoma nueva en Segunda Sección Río Aconcagua	Las Vegas	Gran	1,470
Bocatoma antigua en Segunda Sección Río Aconcagua	Las Vegas	Valparaíso, La	1,000
Bocatoma en Cuarta Sección Río Aconcagua	Concón	Calera, Limache	1,400
Captación superficial Estero Riecillos	El Sauce	Los Andes-Calle	19
Captación superficial en Primera Sección Río Aconcagua	El Sauce	Larga-Curimón-	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 que se incluyen en la lámina.

<sup>1</sup> Gran Valparaíso incluye las localidades de: Viña del Mar, Valparaíso, Reñaca, Concón, Quilpué, Villa Alemana, Placilla y Curauma.

c) Generación de energía eléctrica

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

- Central Los Quilos: esta central pertenece a la minera Valparaíso S.A., es una central de pasada, y fue puesta en servicio en 1943. Aprovecha las aguas del Aconcagua y del Colorado. Su caudal de diseño es de 15 (m<sup>3</sup>/s). Por falta de antecedentes no es posible asignar esta central a un segmento específico.
- Central el Sauce: corresponde a una pequeña central de pasada, que está ubicada en las cercanías de Los Andes.
- Central Aconcagua: Esta central fue puesta en servicio en 1993, pertenece a la compañía Hidroeléctrica Aconcagua, es una central de pasada y utiliza las aguas del río Blanco y del río Juncal. Su caudal de diseño es de 8 (m<sup>3</sup>/s).
- Central Chacabuquito: central de pasada que la puesta en servicio el 2002 y una potencia de 25 kW. Por falta de antecedentes no es posible asignar esta central a un segmento específico. [Ref. 3.2]

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.

d) Actividad industrial

Los consumos de agua para uso industrial se concentran alrededor de las 3ª y 4ª sección del río Aconcagua (1.681 l/s), coincidiendo con los centros urbanos más importantes, y en la 1ª sección (402 l/s), cerca de las ciudades de San Felipe y Los Andes. La 2ª sección cuenta con una demanda menor, igual a 32 l/s. [Ref. 3.2]

e) Actividad minera

En esta cuenca, las actividades de minería del cobre son las que ejercen una mayor demanda del recurso agua. A continuación se presentan las demandas mineras de la cuenca.

**Tabla 3.5: Demandas Mineras de la cuenca del río Aconcagua (l/s)**

Nombre	Consumo
Saladillo	416
California	> 1
Bellavista	3
Encon	2
Catemu	18
Cardenilla	5
El Cobre	98
Veta del Agua	6
Fundición Chagres	26

[Ref. 3.2]

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

Sólo se han podido localizar exactamente las faenas del 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.

### 3.2.3 Biodiversidad

La protección y conservación de comunidades acuáticas, a la que hace referencia el Instructivo, son abordadas en el presente estudio desde el punto de vista del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), de la Estrategia de Biodiversidad y algunos otros sitios de interés que pudieran sobresalir de la información recopilada (sitios CONAF, etc.).

En la cuenca del río Aconcagua existen dos sitios contemplados en el SNASPE:

- Parque Nacional La Campana: Destacan la palma chilena o 'Kan Kan'. El bosque esclerófilo que puede apreciarse prácticamente en todo el Parque, incluye especies como: peumo, quillay, boldo, litre, bollen, coligue, chagual, canelo, belloto, patagua, palosanto. A la alta diversidad florística corresponde una alta diversidad faunística, destacándose las siguientes especies: zorro culpeo, zorro chilla, quique y gato colo colo y otras. Las aves están representadas por más de 50 especies, destacando el picaflor gigante y pitio.



- Reserva Nacional Río Blanco: Se ubica en la comuna de Los Andes y tiene una superficie de 10175 (ha).

En cuanto a la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad V Región de Valparaíso”, los sitios prioritarios de conservación de la biodiversidad aparecen identificados en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”.

#### 3.2.4 Usos ancestrales

Para esta cuenca no se han detectado derechos de agua otorgados a comunidades indígenas.

#### 3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-ACO-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.6, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.6 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en él, permiten tener una visión más global de la cuenca.

**Tabla 3.6: Usos de agua por segmento en la cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Colorado	0540CO10									
	0540CO20			•		•				
Río Juncal	0540JU10									
	0540JU20					•				
	0540JU30			•	•	•			•	
Río Blanco	0540BL10							•		
	0540BL20	•		•		•		•	•	
Río Putaendo	0541PU10			•			•			
	0541PU20									
Estero Quilpué	0541QU10									
	0541QU20									
Estero Pocuro	0541PO10									
	0541PO20			•						
Estero Catemu	0542CA10			•						
Estero Los Loros	0542LO10			•						
Estero Los Litres	0542LL10			•						
Estero Limache	0542LI10									
	0542LI20									
	0542LI30			•						

\* Esta columna incluye los SNASPES y la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad V Región de Valparaíso”

**Tabla 3.6 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Aconcagua	0541AC10			•						
	0541AC20			•			•			
	0541AC30			•						
	0542AC10			•						
	0542AC20			•	•					
	0542AC30			•	•		•			
	0542AC40			•						
	0542AC50			•						
	0542AC60				•		•			

Ref 3.1 = Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructura de Aprovechamiento, Ricardo Edwards – Ingenieros Ltda. para MOP, octubre 1991.

Ref 3.2 = Análisis Uso Actual y Futuro de los recursos Hídricos de Chile, IPLA Ltda. para MOP, DGA enero 1996.

\* Esta columna incluye los SNASPE y la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad V Región de Valparaíso”

### 3.3 Descargas a Cursos de Agua

#### 3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Aconcagua posee una población urbana total estimada al año 2001 de 334.015 habitantes considerando las localidades con población mayor a 5.000 personas. Del total de población urbana presente en la cuenca, el 91.7% (306.243 habitantes) posee tratamiento de aguas servidas. Actualmente, la Empresa de Servicios Sanitarios de Valparaíso (ESVAL S.A.) provee con servicio alcantarillado y agua potable, así como de tratamiento de aguas servidas a la totalidad de las localidades emplazadas en la cuenca. Las principales ciudades de acuerdo al número de habitantes, que cuentan con tratamiento de aguas servidas, son las ciudades de Los Andes, Quillota, San Felipe y La Calera.

La ciudad de Los Andes, cuenta con una población urbana total estimada al año 2001 de 59.513 habitantes y un porcentaje de cobertura de saneamiento del 97,2%. Las proyecciones de cobertura de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de Los Andes, al año 2005 se estiman en 98,2%. La localidad de Quillota, posee una población saneada estimada de 57.689 habitantes equivalentes al 98,8% de la población urbana total. Las proyecciones de cobertura de tratamiento de aguas servidas de Quillota, para el año 2005 se estima en 99,3%. San Felipe, posee un 98,7% de cobertura en el tratamiento de sus aguas servidas al año 2002, estimándose aumentar el porcentaje de cobertura al 99,2% para el año 2005. La localidad de Calera, posee un 93,5% de cobertura de tratamiento de aguas servidas al año 2002, proyectándose al 2005 una cobertura de 95,9%

En la tabla 3.7 se incluye información referente a las empresas de servicios sanitarios que operan actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad. Los valores de concentración de los parámetros característicos de las aguas servidas, son aquellos estipulados en el Decreto N° 90/00, en el cual se incluyen como límite máximo permisible.

Tabla 3.7: Descargas de Aguas Servidas

LOCALIDAD	SEGMENTOS ASOCIADOS A LAS DESCARGAS	CUERPO RECEPTOR	EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS	COBERTURA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (%)	POBLACIÓN URBANA TOTAL ESTIMADA (Hab)	POBLACIÓN ESTIMADA SANEADA (Hab)	PLANTA DE TRATAMIENTO	NOMBRE PLANTA	CAUDAL (L/s)	DBO <sub>5</sub> mg/l	pH	Sólidos Suspendidos mg/L	A y G mg/l	Cu mg/l	Fe disuelto mg/l	Colif. Fecales NMP/100 ml
Artificio	542AC -40	Río Aconcagua	Esval	77,4	9.815	7.324	SI	EL MOLINO	13,56	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Concón	542AC - 60	Río Aconcagua (emisarios: Pedro de Valdivia, El Molino y Higuierillas)	Esval	80	24.515	18.990	SI	Nd	35,17	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Hijuelas	542AC - 30	Río Aconcagua	Esval	69,5	9.194	6.039	SI	EL MOLINO	11,18	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
La Calera	542AC - 40	Río Aconcagua (emisarios: San Diego, Mejillones)	Esval	93,5	39.174	36.309	SI	EL MOLINO	67,24	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
La Cruz	542AC - 40	Río Aconcagua	Esval	84,3	8.270	6.811	SI	EL MOLINO	12,61	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Limache	542LI - 10	Estero Limache aguas arriba junta con Río Aconcagua	Esval	91,7	33.050	29.948	SI	EL MOLINO	55,46	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Llay Llay	542LO - 10	Estero Los Loros (emsario Laguna Nº2)	Esval	94,7	16.499	15.514	SI	Nd	28,73	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Los Andes	541AC - 20	Río Aconcagua (emisarios: San Esteban, España, Laberinto, Bellavista, Las Junta Poniente)	Esval	97,2	59.513	57.616	SI	CORDILLERA	106,70	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Nogales	542LL - 10	Estero Los Litres	Esval	91,6	9.757	8.836	SI	Nd	16,36	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Putando	541PU - 20	Río Putaendo (emisario Cabildo)	Esval	61	9.477	5.634	SI	Nd	10,43	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Quillota	542AC - 40	Río Aconcagua	Esval	98,8	58.449	57.689	SI	EL MOLINO	106,83	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Catemu	542CA-10	Estero Catemu	Esval	81,4	6.141	6.103	SI	Nd	11,30	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Saladillo	540BL - 30	Río Blanco (efluente mixto PPC)	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Olmué	542LI - 10	Estero Limache	Esval	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
San Felipe	541AC - 30	Río Aconcagua (emisario Benigno Caldera y Puente el Rey)	Esval	98,7	50.161	49.430	SI	EL ALMENDRAL	91,54	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03

NOTAS:

- Nd: información no disponible.
- La información de población Total y saneada, corresponde a una estimación al año 2001 realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- Las concentraciones de los parámetros característicos de las aguas servidas debe ser proporcionada por la empresa sanitaria ESVAL. Si los efluentes de aguas servidas cumplen con el Decreto Nº 90/00, las concentraciones de éstos parámetros son inferiores a aquellas incluidas en la tabla anterior (límite máximo permisible por el Decreto Nº90).
- El valor de caudal de descarga del efluente de la empresa de servicios sanitarios, ha sido estimado con respecto a la población estimada saneada al 2001, disponible en el Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- La información incluida de Planta de Tratamiento y Nombre de la Planta, ha sido proporcionada por ESVAL S.A.

### 3.3.2 Descargas de tipo industrial

La actividad industrial en la cuenca del río Aconcagua sobresale por su diversidad ya que cuenta con establecimientos industriales de alimentos, conservas, cemento y minería. La industria está representada también, por la fabricación de productos químicos industriales y frigoríficos relacionados con la conservación de todo tipo de carnes.

Prácticamente la totalidad de los establecimientos industriales presentes en la cuenca descargan directamente al río Aconcagua, exceptuando sólo algunas industrias. Las principales fuentes emisoras de residuos industriales líquidos que inciden en la calidad del agua, están dadas por las industrias: Algas Marinas “Algamar”, Basf Chile S.A. y Matadero Santa María. Estos establecimientos industriales, de acuerdo al Decreto N° 90/2000 del MINSEGPRES que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, presentan elevadas concentraciones de  $\text{DBO}_5$ . La industria Algas Marinas “Algamar” y Basf Chile S.A, alcanza concentraciones superiores a 700 mg/L y el Matadero Santa María, supera los 1000 mg/L de  $\text{DBO}_5$ .

En la tabla resumen 3.8, se incluye información acerca de las industrias que se localizan en la cuenca, sus cargas contaminantes, el cuerpo receptor afectado, la localización del establecimiento industrial, entre otros. Además, se incluye la tabla 3.10 con información de descargas obtenidas de estudios específicos cuyos parámetros no están estipulados en el Decreto N° 90/00.

Tabla 3.8: Residuos Industriales Líquidos (Requerimientos Decreto N°90/00 MOP)

INDUSTRIA	COMUNA	SEGMENTO ASOCIADO A LA DESCARGA	CUERPO RECEPTOR	CIIU	Caudal (L/s)	PH	T	SS	SD	A y G	HC	DBO <sub>5</sub>	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH4	Pb	SO4	Zn	PE	B	Al	Mn
Cía. Minera Disputada de Las Condes S.A. (Fundición Chagres)	Llay Llay	542LO - 10	Los Loros	23023	39,5	7,7-8,3	*	*	642			<2	*	*	*	0,22	*		*	*		*	256	*				0,01
Cía Minera Disputada de Las Condes S.A. (Planta El Soldado: cobre)	Nogales	542AC - 30	Río Aconcagua	23023	Nd	*	*	*	*				*	*	*	*	*		*	*		*	*	*				*
Cía. Minera Disputada de Las Condes S.A.(Mina Los Bronces)	Los Andes	540JU - 30	Río Juncal	23023	Nd	*	*	*	*				*	*	*	*	*		*	*		*	*	*				*
Cía. Minera Disputada de Las Condes S.A. (planta El Cobre)	Nogales	542LL - 10	Los Litres	23023	Nd	*	*	*	*				*	*	*	*	*		*	*		*	*	*				*
Yina (minería metálica, cobre)	San Esteban	540CO -10	Río Colorado	23023	Nd	*	*	*	*				*	*	*	*	*		*	*		*	*	*				*
Navío (minería no metálica, cemento)	La Calera	542AC - 30	Río Aconcagua	29014	Nd			*	*																			
Conservera Pentzke S.A. (Dos Caballos)	San Felipe	542QU - 10	Río Aconcagua	31311	10,6	7,3	*	18	576,5	13,2		598,4									0,04		177,7					
Algas Marinas "Algamar"	La Calera	542AC - 30	Río Aconcagua	31141	29,0	8,3-11,5	*	287	4.147	*	146	858									0,83		422		*			0,64
Sociedad Industrial la Calera Ltda.	La Calera	542AC - 30	Río Aconcagua	35111	7,3	7,6-9,3	*	*	620		101,0	167	*	*	*	*	*	*	*	*	1,11	*	173	*	*	*	*	0,03
Basf Chile S.A.	Concón	542AC - 60	Río Aconcagua	35111	47,4	37,931	*	128	1.810		*	793	*	*	*	0,02	*	*	*	*	0,1	*	697	*	*	*	*	0,45
Cemento Melón	La Calera	542AC - 40	Río Aconcagua	36921	2,3	7,8-9,3	*	*	389			<2						*					78					
Termoeléctrica San Isidro	Quillota	542AC - 40	Río Aconcagua	41011	3.613	8,2			1.573							0,01							621,4					0,07
Termoeléctrica Nehuenco	Quillota	542AC - 40	Río Aconcagua	41011	Nd																							
Agrícola Catemu	Catemu	542CA - 10	Estero Catemu	31112	1,4	*		*		*		*									*				*			
Industria de Maíz y Alimentos S.A. INDUCORN	Llay Llay	542LO - 10	Estero Los Loros	31212	16,9	*	*	*	*			*						*			*		*					
Minera Andina (División Codelco - Chile), elfuente Los Leones, Planta de Filtro	Los Andes	540BL - 30	Río Blanco	23023	Nd	*	*	*	*				*	*	*	*	*		*	*		*	*	*				*
Matadero Santa María	San Felipe	541QU - 10	Estero Quilpué	31111	Nd	7-10	*	925	*	390		1.335						*			*				*			
Refinería de Petróleo de Concón S.A. (RPC)	Concón	542AC - 60	Río Aconcagua	35301	Nd	*	*	*			*	*									*		*					
Embotelladora Williamson Balfour S.A.	Concón	542AC - 60	Río Aconcagua	31341	Nd	*						*																
Viña Errázuriz	San Felipe	542AC - 10	Río Aconcagua	31321	Nd	*		*				*																
Sopraval Ltda.	Artificio	542AC - 30	Estero El Melón	31113	9,4	*	*	69	*	29		197						*			*				*			

NOTA:      Nd: Información no disponible.  
Las celdas con asterisco, representan los parámetros típicos que se deberían encontrar en efluentes de cada industria de acuerdo a su clasificación CIIU según Decreto N°90/00 MOP,  
La información correspondiente al establecimiento industrial Termoeléctrica San Isidro, se obtuvo del Informe Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, Muestreos año 2000.  
Las unidades de concentración de los parámetros físico – químicos están expresados en mg/L.

FUENTES: Kristal Homsy y Asociados,1996, Estudio de Impacto Ambiental de las descargas de aguas servidas, industriales y otras en la cuenca del Aconcagua. Informe Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, Muestreos año 2000.

### 3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología de estimación de la Contaminación Difusa para dos subcuencas del río Aconcagua (0541 y 0542) se puede concluir que potencialmente existen algunos compuestos activos que podrían estar sobre el valor establecido para Clase 1 en el Instructivo. Estos serían: Aldicarb, Carbofurano y Clorotalonil. De las estimaciones realizadas para plaguicidas en el río Aconcagua, se observa que existe una alta concentración en el sector de la desembocadura, esto se debería al hecho en que el caudal del río presenta variaciones de caudal producto de las extracciones realizadas, por lo que las concentraciones varían.

En el anexo 3.2 se encuentra un estudio de estimación muy aproximada de los contaminantes que ocurrirían en las subcuencas antes señaladas.



### 3.4 Datos de Calidad de Aguas

#### 3.4.1 Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas en este estudio para el análisis de la cuenca del río Aconcagua son las siguientes:

- a) Monitoreo de Calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1980-2002 (ver ubicación de estaciones en lámina 1940-ACO-02).

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Río Aconcagua				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	N ° de Registros
<b>Río Aconcagua</b>					
En Chacabquito	SI	31	20	1984-2002	71
En San Felipe	SI	31	20	1980-2002	81
En Romeral	SI	31	20	1984-2002	70
En Panamericana (*)	NO	13	7	1980-1985	21
En Puente Colmo (*)	NO	32	20	1981-2000	68
En Desembocadura	NO	31	20	1980-2002	28
<b>Río Putaendo</b>					
En Resguardo Los Patos	SI	31	20	1984-2002	69
En el Badén (*)	NO	31	20	1997-2000	6
<b>Río Colorado</b>					
En Colorado	SI	31	20	1984-2002	68
En Bocatoma Hidroeléctrica (*)	NO	31	20	2001	2
Antes junta Río Aconcagua (*)	NO	13	7	1980-1985	19
<b>Río Juncal</b>					
Antes Río Blanco (*)	NO	31	20	1984-1999	47
En Juncal (*)	SI	31	20	1993-2000	23

Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	N ° de Registros
<b>Río Blanco</b>					
En Canal Hidroeléctrica Blanca (*)	NO	31	20	1999-2002	13
En Río Blanco	NO	30	20	1984-2002	47
En Psicultura (*)	No	13	6	1980-1985	14
<b>Esteros</b>					
Quilpué en Desembocadura	NO	30	20	1980-2002	68
Los Litres antes Río Aconcagua	NO	31	20	1980-2002	64
Los Litres en Desembocadura (*)	NO	31	20	1980-1997	57
Pocuro en el Sifón	SI	30	20	1981-2002	61
Pocuro antes Río Aconcagua (*)	NO	28	19	1980-1995	18
Catemu en Catemu	NO	31	20	1984-2002	68
Limache antes embalse Los Aromos	NO	30	20	1984-2002	67
Las Vegas en Desembocadura	SI	30	20	1981-2002	77
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		SI	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

(\*) : Estación de monitoreo suspendida

- b) Programa de Seguimiento del Proyecto: Control de la Contaminación de Recursos Naturales Renovables -SAG.

Sus principales características son las siguientes:

REGISTRO PROGRAMA DE SEGUIMIENTO SAG					
Cuenca	Aconcagua				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	N ° de Registros (*)
<b>Río Aconcagua</b>					
Bocatoma Piuquenito (6374927N 337935E)	NO	15	11	1998-1999	4
Bocatoma Canal Hurtado (6364648N 358053E)	NO	15	11	1998-1999	4
Testigo LJ-1, ESVAL Las Juntas Ponientes (6368245N,349534E)	NO	6	3	1998-1999	2
Testigo LL-1, ESVAL Los Libertadores(6365968N, 352037E)	NO	6	3	1998-1999	2
<b>Río Juncal</b>					
Puente Crosby (6358292N 379796E)	NO	15	11	1998-1999	4
Bocatoma Hid. Aconcagua (6358843N ,382740E,)	NO	15	11	1998-1999	4
Bocatoma Chacabuco-Polpaico (375295E, 6357040N)	NO	15	11	1998-1999	4
Bocatoma Planta Los Quilos(6357026N, 375238E)	NO	15	11	1998-1999	4
Bocatoma Canal Los Quilos(6362747N,368165E)	NO	15	11	1998-1999	4
<b>Río Blanco</b>					
Bocatoma Hid. Aconcagua (6350019N, 383084E)	NO	15	11	1998-1999	4
Puente FFCC(6356524N, 379109E)	NO	15	11	1998-1999	4
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		SI	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

(\*) Se tomaron muestras compuestas de 24 horas durante 3 y 4 días para el programa preliminar de muestreo y el programa completo respectivamente

- c) Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de las Descargas de Aguas Servidas Industriales, Residenciales y Otras en la Cuenca del Río Aconcagua-Chile. Kristal -Homsy y Asociados, 1996.

Sus principales características son las siguientes:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO KRISTAL					
Cuenca	Aconcagua				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	Nº de Registros
<b>Río Aconcagua</b>					
Estación Aforo Limnimétrica Chacabuquito	SI	3	3	1994-1995	2
Curimón altura Calle Camino del Inca	NO	3	3	1994-1995	2
Estación Aforo Limnimétrica San Felipe	SI	3	3	1994-1995	2
Panquehue Frente Viña a Errázuriz	NO	3	3	1994-1995	2
Estación Aforo Limnimétrica Panamericana	SI	3	3	1994-1995	2
Frente a La Cruz en Puente Lo Rojas	NO	3	3	1994-1995	2
Frente a El Bajo	NO	3	3	1994-1995	2
Estación Aforo Limnimétrica Puente Colmo	SI	3	3	1994-1995	2
Puente Con-Cón	NO	3	3	1994-1995	2
Estero Quilpué	SI	4	4	1994-1995	3
Río Putaendo	NO	1	1	1994-1995	1
Estero Catemu	SI	4	4	1994-1995	3
Estero Los Loros	NO	3	3	1994-1995	3
Estero Los Litres	SI	4	4	1994-1995	3
Estero San Isidro	SI	4	4	1994-1995	3
Estero Limache	NO	3	3	1994-1995	3
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas	NO		
• Inorgánicos	NO	• Microbiológicos	SI		
• Metales esenciales	NO	• Orgánicos	NO		
• Metales no esenciales	NO	• Otros parámetros no normados	NO		

Obs. 1era campaña realizada entre 28/11/94 y 01/12/94, 2da campaña entre 30/05/95 y 02/06/95.

## d) Programa de Monitoreo de ESVAL

Programa de monitoreo de Calidad de aguas de ESVAL, período de registro desde noviembre del 2002 a marzo del 2003 las características específicas son:

Esval monitorea el río Aconcagua en dos puntos cercanos a la descarga del efluente de sus plantas de aguas servidas Cordillera, Almendral, El Molino, los parámetros medidos son: DBO<sub>5</sub>, Sólidos suspendidos totales, Nitrógeno Total, Fósforo total, las muestras corresponden desde noviembre 2002 a marzo 2003. Los puntos de muestreo están ubicados a 20 metros antes y 100 metros aguas debajo de la descarga del efluente de las plantas, las características específicas son:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO ESVAL					
Cuenca	Aconcagua				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	N ° de Registros
<b>Río Aconcagua</b>					
20 mts antes descarga del efluente. Pta. Cordillera de Los Andes	NO	5	3	Nov.2002-Mar.2003	9
100 mts después descarga del efluente. Pta. Cordillera de Los Andes	NO	5	3	Nov.2002-Mar.2003	9
20 mts antes descarga del efluente. Pta. Almendral de San Felipe	NO	5	3	Dic.2002-Mar.2003	7
100 mts después descarga del efluente. Pta. Almendral de San Felipe	NO	5	3	Dic.2002-Mar.2003	7
20 mts antes descarga del efluente. Pta. El Molino de Quillota	NO	5	3	2003	6
100 mts después descarga del efluente. Pta. El Molino de Quillota	NO	5	3	2003	6
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	NO	• Microbiológicos		SI	
• Metales esenciales	NO	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	NO	• Otros parámetros no normados		SI	

Obs.: Esval monitorea el río Aconcagua en dos puntos cercanos a la descarga del efluente de sus plantas de aguas servidas Cordillera, Almendral, El Molino (a 20 metros antes y 100 metros aguas debajo de la descarga del efluente de las plantas)

### 3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

Conforme al procedimiento metodológico para la aceptabilidad de los programas de monitoreo, corresponde validar automáticamente los datos de calidad de aguas contenidos en la red de monitoreos de la DGA. Sin embargo, se presenta la aplicación completa de la metodología para definir la Base de Datos Depurada (BDD).

Las etapas básicas para estructurar la BDD para la cuenca son las siguientes:

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado este proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Aconcagua, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,5 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

Los límites físicos para los diferentes parámetros contenidos en la red de monitoreo no se vieron sobrepasados, por lo que no se eliminaron datos producto de este análisis.

- Análisis de límites de detección (LD)

Una vez analizados los puntos anteriores, se procede a revisar, en cada estación de monitoreo, aquellos parámetros cuyo valor se repite permanentemente como resultado del análisis de laboratorio.

En la cuenca del río Aconcagua se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro ( $<1$  mg/l); selenio y mercurio ( $<1$  µg/l); cromo, níquel y cadmio ( $<10$  µg/l) y plomo ( $<0.01$  mg/l). Por lo tanto, estos parámetros no son posibles de considerar en posteriores análisis de la calidad del agua de la cuenca.

La Base de Datos Depurada que contiene la información disponible para análisis de la cuenca de Aconcagua, se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 3.3.

#### 4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

##### 4.1 Análisis de Información Fluviométrica

##### 4.1.1 Análisis por estación

##### a) Subcuenca Alta del Aconcagua

##### • Juncal en Juncal

Esta estación fluviométrica se encuentra en el río Juncal junto a la estación de ferrocarriles Hnos. Clark, a 1800 m s.n.m.

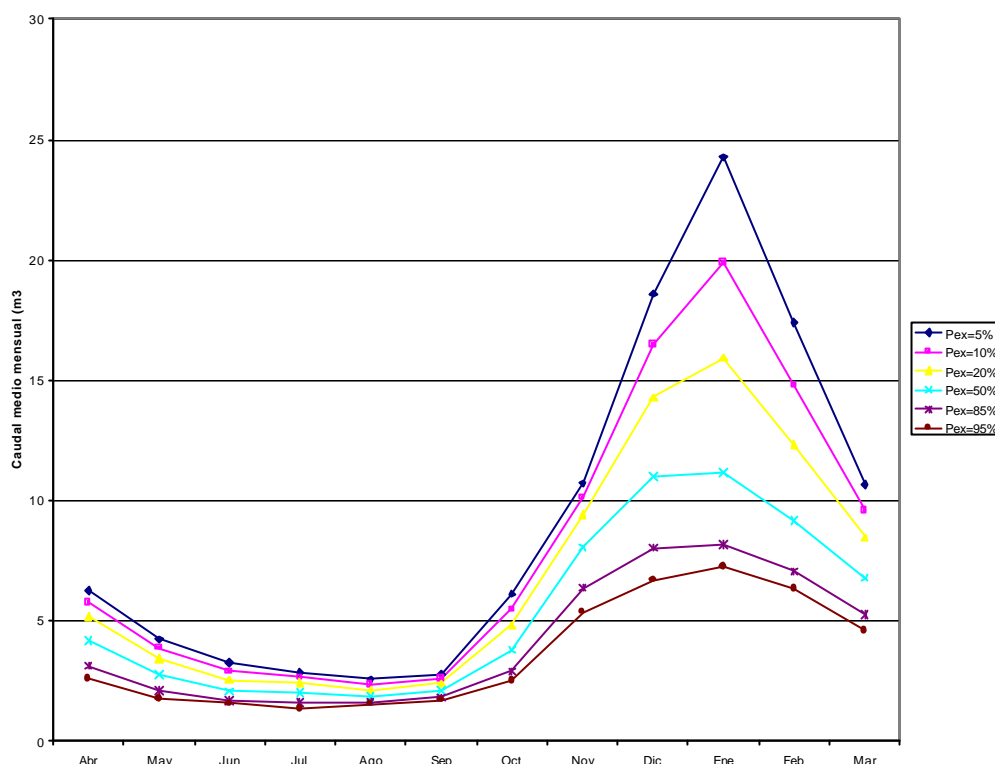
En la tabla 4.1 y la figura 4.1, donde se muestran los caudales mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible apreciar un régimen netamente nival, con los mayores caudales entre noviembre y marzo, producto de deshielos. Los menores caudales se producen entre junio y septiembre.

**Tabla 4.1 : Río Juncal en Juncal (m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6.270	4.243	3.275	2.860	2.579	2.795	6.118	10.718	18.581	24.279	17.418	10.664
10	5.769	3.866	2.909	2.659	2.359	2.604	5.479	10.128	16.480	19.900	14.784	9.591
20	5.185	3.451	2.552	2.427	2.144	2.405	4.812	9.413	14.290	15.945	12.319	8.471
50	4.174	2.770	2.064	2.023	1.854	2.103	3.805	8.047	10.982	11.167	9.178	6.781
85	3.122	2.097	1.699	1.591	1.639	1.836	2.910	6.364	8.043	8.187	7.054	5.279
95	2.598	1.773	1.562	1.370	1.560	1.714	2.504	5.375	6.709	7.245	6.329	4.598
Dist	G2	L3	L3	G2	L3	G	G	N	G	L3	L3	L3

<sup>2</sup> Donde: Pex (%) corresponde a la probabilidad de excedencia, y la fila Dist entrega la abreviatura de la distribución a la que el mes tuvo un mejor ajuste, la abreviatura corresponde a lo siguiente:

Distribución	Abreviatura
Normal	: N
Log-Normal 2 parámetros	: L2
Log-Normal 3 parámetros	: L3
Gumbel o de Valores Extremos Tipo I	: G
Gamma 2 parámetros	: G2
Pearson Tipo III	: P3
Log-Gamma de 2 parámetros	: LG
Log-Pearson tipo III	: LP



**Figura 4.1 : Curva de Variación Estacional Río Juncal en Juncal**

- Blanco en río Blanco

Se ubica en el río Blanco, inmediatamente antes de la junta con el río Juncal, a 1420 m s.n.m.

Presenta características similares a la estación anterior, situación que se puede apreciar en la tabla 4.2 y figura 4.2, que muestran un régimen nival. Sus mayores caudales se presentan entre noviembre y febrero, mientras que los menores ocurren entre mayo y agosto.



Tabla 4.2 : Río Blanco en río Blanco (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	7.404	5.457	4.409	5.213	5.530	7.526	12.044	24.757	44.824	53.982	26.337	17.707
10	6.696	4.949	2.751	4.615	5.004	6.803	10.861	22.453	38.292	42.381	23.670	14.927
20	5.837	4.333	1.645	3.948	4.367	5.927	9.427	19.662	31.238	31.614	20.440	12.028
50	4.197	3.157	0.726	2.850	3.150	4.253	6.688	14.328	20.210	18.056	14.266	7.650
85	2.176	1.708	0.349	1.804	1.650	2.190	3.314	7.758	10.678	9.057	6.661	3.762
95	0.989	0.857	0.257	1.334	0.769	0.979	1.332	3.899	6.881	6.039	2.194	1.997
Dist	N	N	LG2	LG2	N	N	N	N	G2	L2	N	G

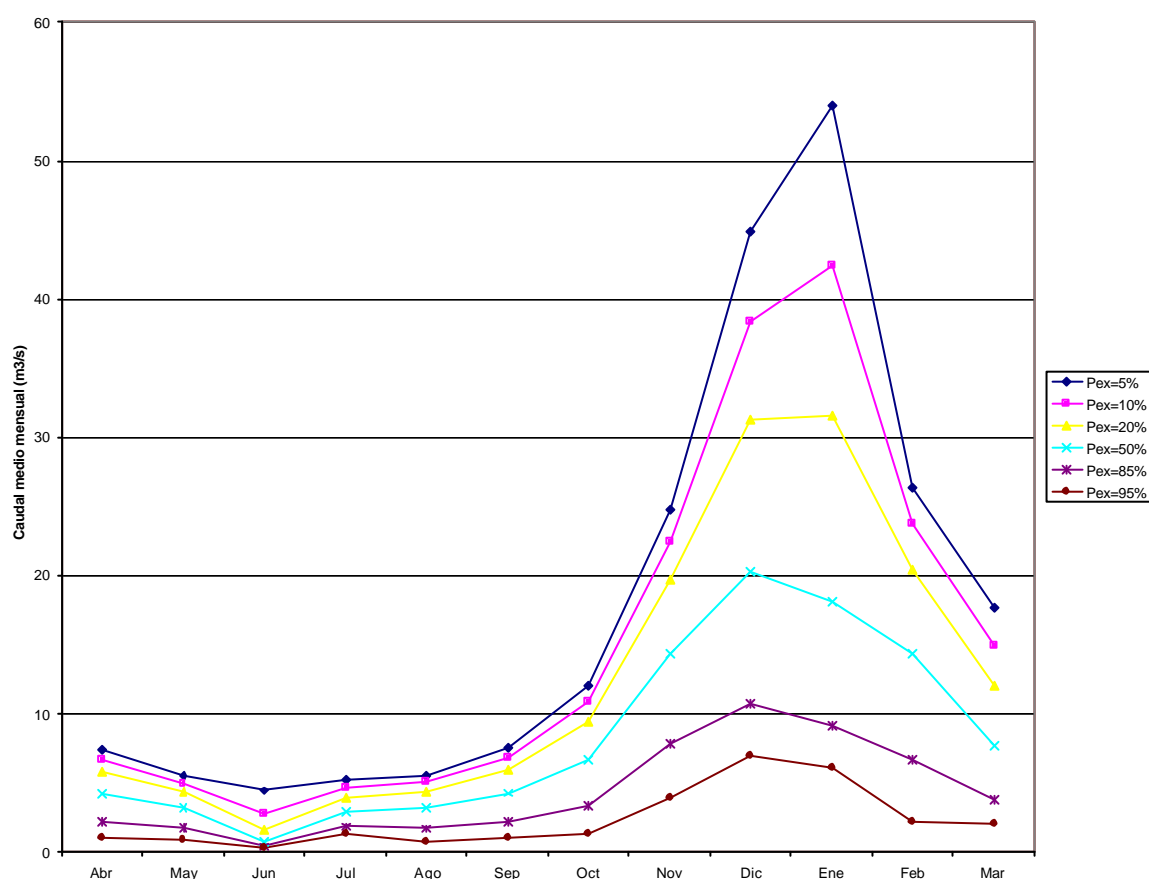


Figura 4.2 : Curva de Variación Estacional Río Blanco en río Blanco

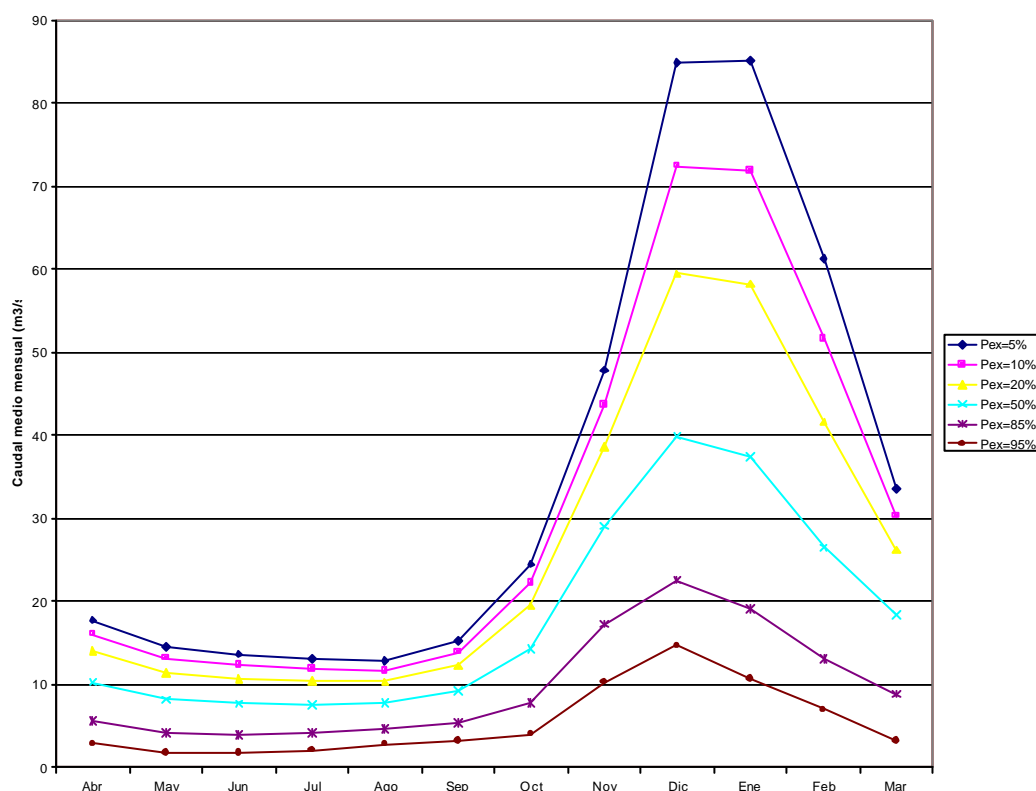
- Aconcagua en río Blanco

Se ubica en el río Aconcagua, unos 600 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Juncal, a 1420 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 se puede apreciar que esta estación presenta un régimen netamente nival. Los mayores caudales se observan entre noviembre y febrero, producto de deshielos. El período de menores caudales ocurre entre mayo y agosto.

**Tabla 4.3 : Río Aconcagua en río Blanco (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	17.788	14.640	13.694	13.099	12.826	15.265	24.560	47.901	84.938	85.141	61.302	33.666
10	16.145	13.223	12.373	11.887	11.728	13.936	22.298	43.753	72.510	71.978	51.693	30.304
20	14.154	11.507	10.774	10.419	10.397	12.325	19.559	38.729	59.554	58.255	41.674	26.232
50	10.348	8.227	7.716	7.613	7.854	9.247	14.323	29.127	39.985	37.529	26.543	18.449
85	5.661	4.187	3.951	4.157	4.722	5.456	7.873	17.301	22.602	19.118	13.102	8.863
95	2.908	1.814	1.739	2.127	2.882	3.229	4.085	10.354	14.714	10.764	7.003	3.232
Dist	N	N	N	N	N	N	N	N	G	G	G	N



**Figura 4.3 : Curva de Variación Estacional Río Aconcagua en río Blanco**

- Colorado en Colorado

Esta estación fluviométrica se encuentra en el río Colorado, antes de la junta con el río Aconcagua, a 1062 m s.n.m.

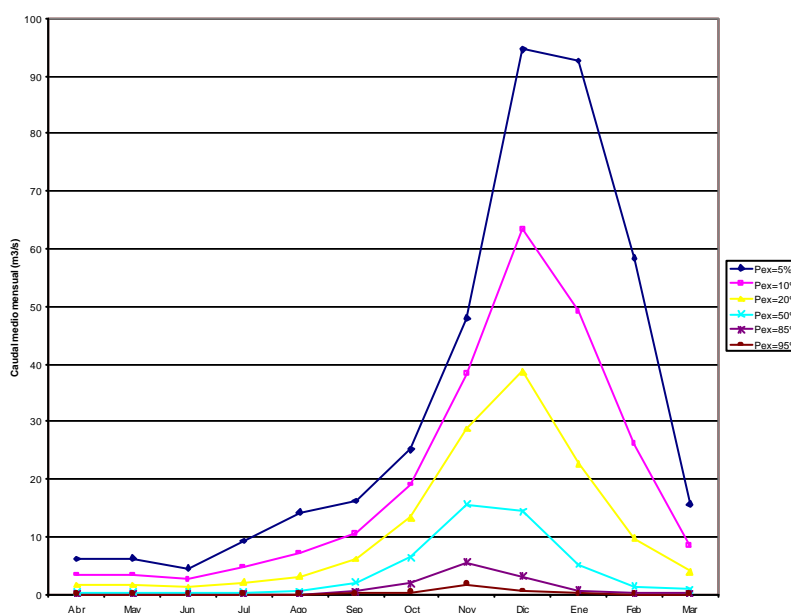
En la tabla 4.4 y figura 4.4 se presentan los caudales mensuales para diferentes probabilidades de excedencia.

En años húmedos, los mayores caudales ocurren entre noviembre y febrero, producto de deshielos, mientras que los menores se presentan entre abril y julio.

En años secos los caudales se mantienen muy bajos a lo largo de todo el año, salvo leves aumentos que se producen entre octubre y diciembre. El período de estiaje ocurre entre abril y agosto.

**Tabla 4.4 : Río Colorado en Colorado ( $\text{m}^3/\text{s}$ )**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6.229	6.277	4.513	9.306	14.258	16.306	25.210	47.968	94.633	92.641	58.408	15.646
10	3.405	3.433	2.626	4.844	7.226	10.545	19.051	38.296	63.351	49.128	26.041	8.401
20	1.638	1.653	1.362	2.196	3.172	6.187	13.405	28.772	38.668	22.759	9.792	3.956
50	0.405	0.409	0.389	0.484	0.658	2.162	6.428	15.628	14.373	5.179	1.516	0.938
85	0.072	0.073	0.083	0.075	0.095	0.491	1.926	5.625	3.263	0.771	0.160	0.159
95	0.026	0.027	0.033	0.025	0.030	0.134	0.456	1.815	0.654	0.204	0.048	0.056
Dist	L2	L2	L2	L2	L2	L3	L3	L3	L3	L3	L3	L2



**Figura 4.4 : Curva de Variación Estacional Río Colorado en Colorado**

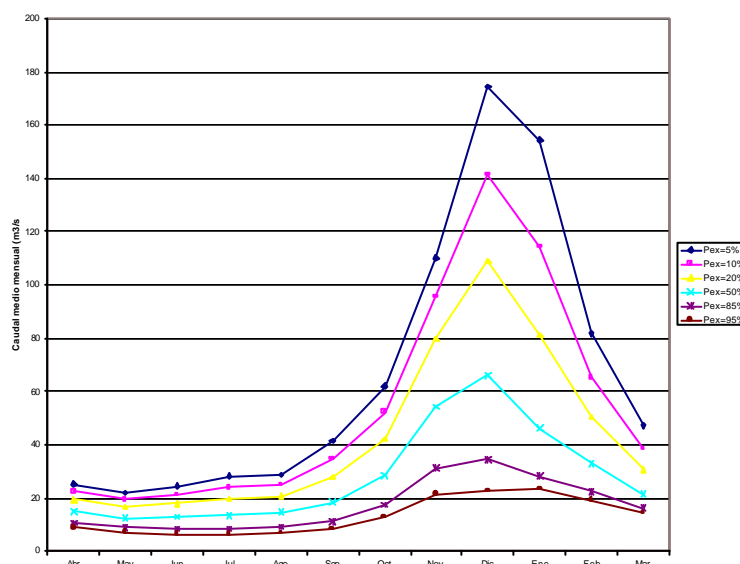
- Aconcagua en Chacabuquito

Esta estación se encuentra en el río Aconcagua, unos 8 km aguas arriba de la ciudad de Los Andes, a 1030 m s.n.m. Es muy importante, porque es representativa del caudal del río a la entrada al valle central.

En la tabla 4.5 y figura 4.5 se puede apreciar que esta estación presenta un régimen netamente nival. Los mayores caudales se observan entre noviembre y febrero, producto de deshielos. El período de menores caudales, en años secos, ocurre entre mayo y agosto.

**Tabla 4.5 : Río Aconcagua en Chacabuquito (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	25.305	22.000	24.497	28.204	28.727	41.324	62.154	110.141	174.465	154.319	81.776	47.254
10	22.420	19.384	21.321	23.940	24.854	34.614	52.285	95.593	141.253	114.419	65.192	38.436
20	19.413	16.656	18.010	19.629	20.817	27.930	42.405	79.675	109.112	81.336	50.426	30.650
50	14.871	12.537	13.010	13.431	14.719	18.533	28.417	54.203	65.928	46.247	32.976	21.565
85	10.836	8.877	8.569	8.416	9.303	11.183	17.356	31.177	34.350	28.273	22.448	16.188
95	9.005	7.217	6.553	6.396	6.845	8.312	12.992	21.459	22.759	23.560	19.222	14.570
Dist	G	G	G	L2	G	L2	L2	G2	L3	L3	L3	L3



**Figura 4.5 : Curva de Variación Estacional Río Aconcagua en Chacabuquito**

## b) Subcuenca Media del Aconcagua

## • Putaendo en Resguardo Los Patos

Esta estación se encuentra en el nacimiento del río Putaendo, formado por la reunión del río Rocín y el estero Chalaco, a 1218 m s.n.m.

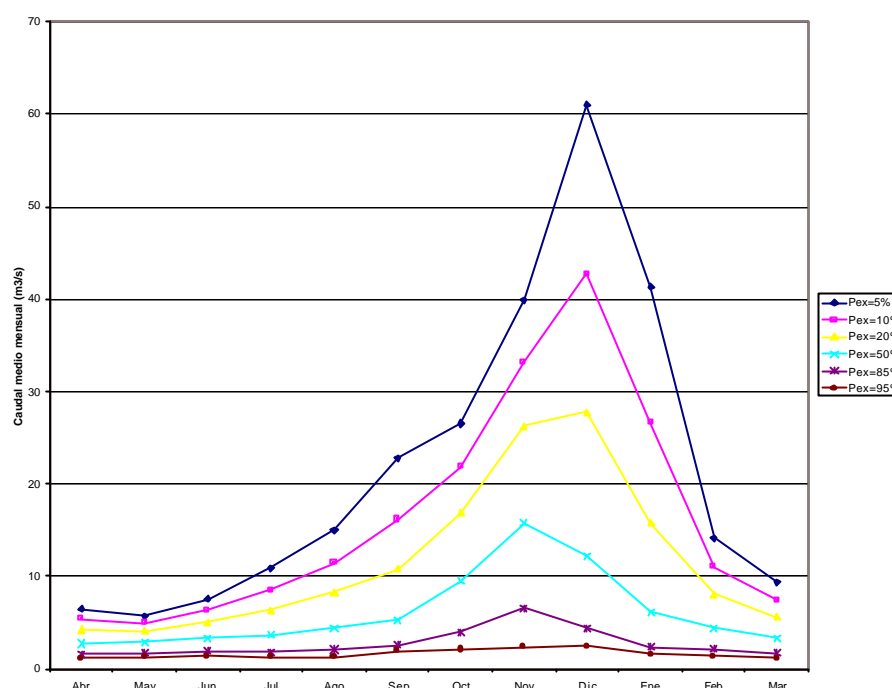
En la tabla 4.6 y figura 4.6 se presentan los caudales mensuales para diferentes probabilidades de excedencia.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre octubre y febrero, producto de deshielos, mientras que los menores se presentan entre abril y junio.

En años secos los caudales permanecen bajos durante todo el año, sin mostrar variaciones importantes. Se producen leves aumentos de caudales entre octubre y diciembre.

**Tabla 4.6 : Río Putaendo en resguardo Los Patos (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6.486	5.745	7.551	10.905	14.993	22.783	26.532	39.853	60.987	41.289	14.188	9.410
10	5.356	4.946	6.304	8.567	11.473	16.154	21.810	33.211	42.700	26.614	10.980	7.462
20	4.247	4.113	5.060	6.395	8.297	10.776	16.854	26.286	27.728	15.779	8.049	5.634
50	2.727	2.856	3.306	3.658	4.465	5.257	9.537	15.826	12.149	6.123	4.447	3.293
85	1.580	1.739	1.929	1.838	2.082	2.568	3.951	6.535	4.396	2.329	2.141	1.699
95	1.146	1.232	1.389	1.227	1.330	1.896	2.086	2.320	2.420	1.562	1.394	1.152
Dist	L2	G	L3	L2	L2	L3	G2	G	L2	L3	L2	L2



**Figura 4.6 : Curva de Variación Estacional Río Putaendo en resguardo Los Patos**

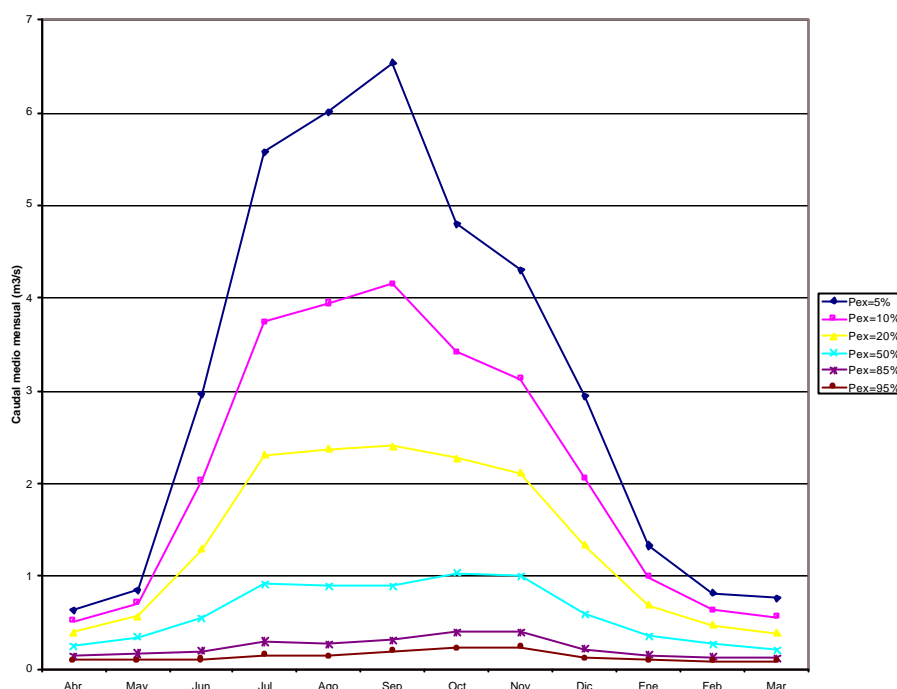
- Estero Pocuro en Sifón

Esta estación se encuentra en el estero Pocuro, aguas abajo del aporte de la quebrada Zapallar. Está ubicada a 1000 m s.n.m.

En la tabla 4.7 y figura 4.7 se puede apreciar que esta estación presenta un régimen mixto, con importante influencia pluvial y nival. Los mayores caudales se observan entre julio y noviembre, producto de lluvias invernales y deshielos primaverales. El período de menores caudales ocurre entre febrero y abril.

**Tabla 4.7 : Estero Pocuro en Sifón (m³/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0.628	0.845	2.958	5.575	6.003	6.537	4.798	4.305	2.944	1.329	0.816	0.761
10	0.512	0.710	2.034	3.739	3.940	4.147	3.419	3.120	2.060	0.988	0.637	0.557
20	0.399	0.565	1.292	2.305	2.366	2.406	2.268	2.112	1.338	0.690	0.471	0.388
50	0.248	0.345	0.543	0.914	0.893	0.887	1.035	1.003	0.586	0.347	0.265	0.206
85	0.138	0.165	0.187	0.293	0.269	0.309	0.394	0.400	0.212	0.149	0.130	0.112
95	0.098	0.098	0.100	0.150	0.133	0.195	0.223	0.234	0.117	0.091	0.086	0.087
Dist	L2	G2	L2	L2	L2	L3	L2	L2	L2	L2	L2	L3



**Figura 4.7 : Curva de Variación Estacional Estero Pocuro en Sifón**

- Aconcagua en San Felipe

La estación se encuentra cercana a la ciudad de San Felipe, aguas abajo de la junta con el estero Pocuro, a 630 m s.n.m.

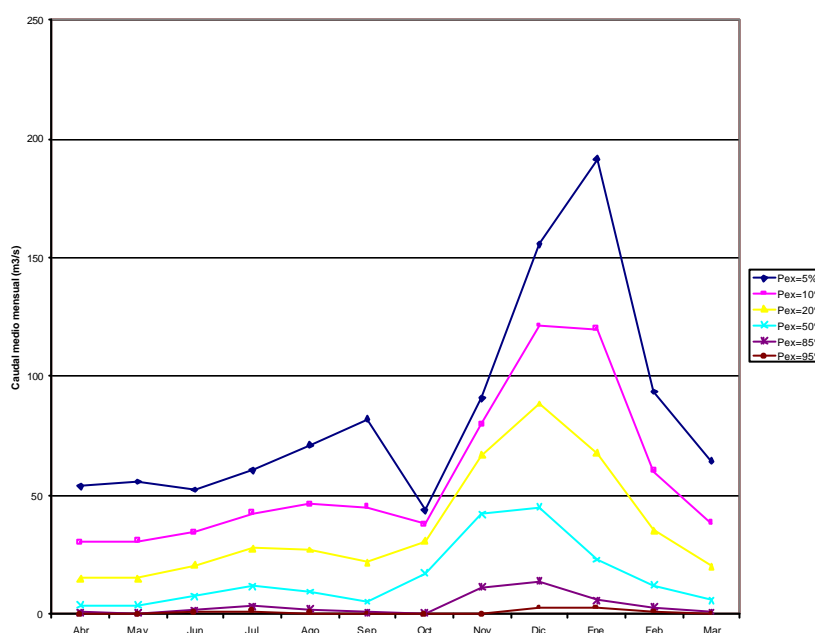
En la tabla 4.8 y figura 4.8 se presentan los caudales mensuales para diferentes probabilidades de excedencia. El régimen de caudales de esta estación está fuertemente afectado por las extracciones de agua que ocurren aguas arriba.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre noviembre y febrero, producto de deshielos, mientras que los menores caudales se presentan entre abril y junio.

En años secos los caudales permanecen bastante bajos a lo largo del año, con ciertos aumentos de caudales entre noviembre y febrero. Los menores caudales ocurren entre marzo y mayo.

**Tabla 4.8 : Río Aconcagua en San Felipe (m³/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	53.904	55.769	52.347	60.699	71.035	82.054	43.609	90.830	155.691	191.554	93.528	64.285
10	30.414	30.957	34.497	42.679	46.112	45.024	37.784	80.060	121.451	119.844	60.188	38.256
20	15.170	15.140	20.728	27.681	27.158	21.725	30.728	67.015	88.612	67.906	35.182	20.339
50	3.940	3.788	7.627	11.684	9.504	5.319	17.242	42.082	45.103	22.930	12.373	5.949
85	0.651	0.595	1.938	3.419	2.084	0.840	0.631	11.373	13.944	6.021	3.086	1.130
95	0.156	0.133	0.668	1.234	0.479	0.212	0.001	0.001	2.727	2.745	1.139	0.299
Dist	L3	L3	L3	L3	L3	L3	N	N	G	L2	L3	L3

**Figura 4.8 : Curva de Variación Estacional Río Aconcagua en San Felipe**

- c) Subcuenca Baja del Aconcagua
- Estero Catemu en puente Santa Rosa

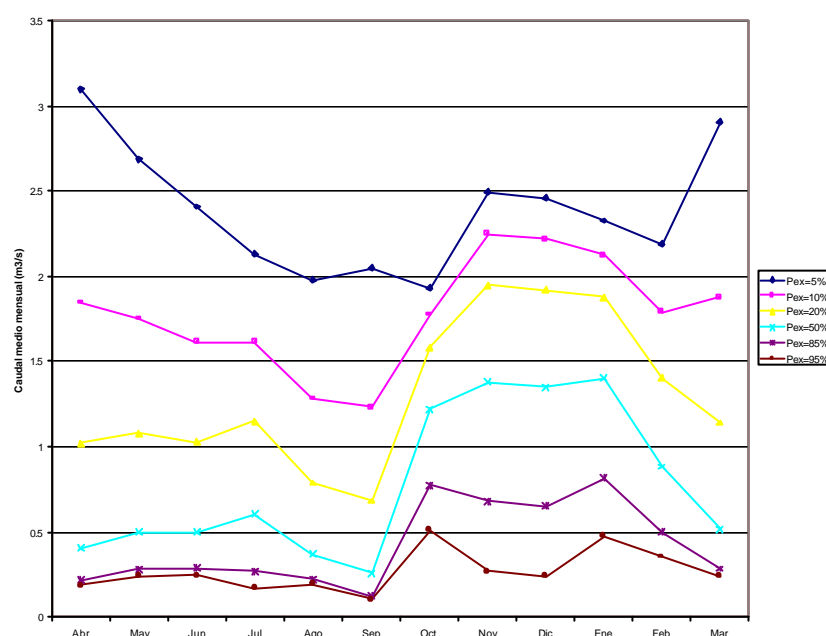
Esta estación se ubica en el estero Catemu, aguas arriba de la junta con el estero Caqui, a 510 m s.n.m.

En la tabla 4.9 y figura 4.9 se puede observar que el régimen de esta estación es mixto. Para años húmedos los mayores caudales se producen entre octubre y enero. Para años normales y secos, se producen aumentos de caudales entre octubre y enero, mientras que el período de menores caudales ocurre entre marzo y septiembre.



**Tabla 4.9 : Estero Catemu en puente Santa Rosa (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	3.098	2.686	2.410	2.132	1.981	2.051	1.933	2.493	2.462	2.328	2.191	2.906
10	1.846	1.752	1.616	1.613	1.284	1.232	1.776	2.247	2.216	2.124	1.792	1.877
20	1.023	1.079	1.027	1.151	0.789	0.683	1.586	1.949	1.919	1.876	1.405	1.141
50	0.405	0.499	0.498	0.603	0.371	0.260	1.222	1.380	1.351	1.402	0.883	0.514
85	0.219	0.283	0.288	0.272	0.221	0.126	0.774	0.678	0.651	0.819	0.498	0.285
95	0.190	0.241	0.245	0.171	0.193	0.105	0.511	0.267	0.240	0.477	0.356	0.242
Dist	L3	L3	L3	L2	L3	L3	N	N	N	N	L2	L3

**Figura 4.9 : Curva de Variación Estacional Estero Catemu en puente Santa Rosa**

- Aconcagua en Romeral

Esta estación se encuentra en el río Aconcagua, aguas abajo de la junta con los esteros Catemu y Las Vegas, a 310 m s.n.m.

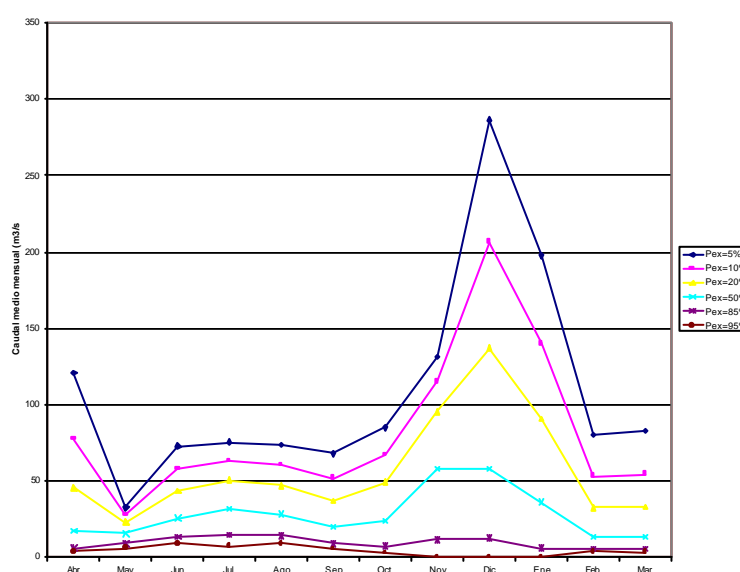
En la tabla 4.10 y figura 4.10 se presentan los caudales mensuales para diferentes probabilidades de excedencia.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre noviembre y enero, producto de deshielos, mientras que en el resto del año se observa un comportamiento bastante uniforme en los caudales.

En años secos los caudales permanecen bastante parejos a lo largo del año, con la excepción de leves aumentos entre junio y agosto, producto de lluvias invernales, y entre noviembre y diciembre, debido a deshielos.

**Tabla 4.10 : Río Aconcagua en Romeral (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	120.913	32.592	72.631	75.364	73.855	68.079	84.829	131.094	286.156	197.462	80.224	82.522
10	77.470	27.884	57.669	63.284	60.211	51.811	67.115	114.909	206.454	139.800	53.009	54.337
20	45.478	22.976	43.612	50.691	46.778	37.220	49.048	95.305	137.063	90.558	32.383	33.027
50	17.080	15.562	25.568	31.670	28.245	19.781	23.959	57.837	57.806	35.945	13.274	13.354
85	5.991	8.977	13.245	14.773	14.144	9.080	7.396	11.687	12.391	6.010	5.307	5.195
95	3.760	5.988	9.001	7.106	8.775	5.748	3.013	0.001	0.001	0.001	3.597	3.454
Dist	L3	G	L2	G	L3	L2	G2	N	L3	L3	L3	L3



**Figura 4.10 : Curva de Variación Estacional Río Aconcagua en Romeral**

#### 4.1.2 Conclusiones

A partir de las curvas de variación estacional obtenidas para cada estación fluviométrica de esta cuenca, a continuación se presenta una caracterización del régimen por subcuenca, especificando el período de estiaje de cada una.

##### a) Subcuenca Alta del Aconcagua

Es el área drenada por la parte alta del río Aconcagua, desde su nacimiento hasta la estación fluviométrica Aconcagua en Chacabuquito, y por sus afluentes cordilleranos: Blanco, Juncal y Colorado. Todas las estaciones fluviométricas de esta subcuenca muestran un régimen netamente nival, con mayores crecidas en diciembre y enero, y estiajes en el trimestre junio, julio, agosto.

##### b) Subcuenca Media del Aconcagua

Corresponde al área drenada por la parte media del río Aconcagua, desde la estación fluviométrica Aconcagua en Chacabuquito hasta después de la junta del estero Pocuro, incluyendo las hoyas del río Putaendo y del estero Pocuro. Se aprecia un régimen nivo – pluvial, ya que comienza a hacerse importante la influencia pluvial, particularmente en la estación ubicada en el estero Pocuro. El período de estiaje en la subcuenca media se presenta en el trimestre de los meses de marzo, abril, mayo.

##### c) Subcuenca Baja del Aconcagua

Se extiende desde la junta del estero Pocuro hasta la desembocadura del río Aconcagua en el océano Pacífico, incluyendo el estero Catemu. Se aprecia un régimen nivo – pluvial, con las mayores crecidas en diciembre y enero producto de deshielos. Los menores caudales ocurren en el trimestre dado por los meses de marzo, abril, mayo.

A continuación se muestra una tabla resumen con los períodos de estiaje para las distintas subcuencas de la cuenca del río Aconcagua.

**Tabla 4.11 : Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Aconcagua**

Nº	Subcuenca	Subsubcuenca	Período Estiaje
1	Aconcagua	ALTA	Junio – Julio – Agosto
2		MEDIA	Marzo – Abril – Mayo
3		BAJA	Marzo – Abril – Mayo

## 4.2 Análisis de la Calidad de Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

- Selección de parámetros
- Tendencia central
- Análisis por periodo estacional

### 4.2.1 Selección de parámetros

De acuerdo a la metodología establecida corresponde para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca seleccionar los parámetros. Los parámetros seleccionados están formados por: parámetros obligatorios y parámetros principales, los parámetros obligatorios serán siempre los mismos para todas las cuencas, sin embargo los principales son representativos de cada cuenca, por ser más significativos del punto de vista de la calidad de agua.

#### a) Parámetros obligatorios

Los parámetros obligatorios definidos en la metodología para el análisis de la calidad de agua en todas las cuencas son: pH, DBO<sub>5</sub>, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos y coliformes fecales. En la tabla 4.12 se denominan como “obligatorios”.

#### b) Parámetros principales

Para seleccionar los parámetros principales se compara el valor, en el *Instructivo*, del límite de la clase 0 con el valor máximo que alcanza el parámetro, incluyendo todos los registros de la base de datos depurada (BDD).

En la tabla 4.12 se indica el rango de máximo y mínimo de todos los parámetros del *Instructivo* que poseen datos registrados en la BDD. Aquellos sin datos se señalan con “s/i”. Todos los parámetros que tienen valores sobre el límite de la clase 0, señalados con “si”, son seleccionados como parámetros principales para el análisis de la calidad de agua en la cuenca.

**Tabla 4.12 : Selección y Rango de los Parámetros de calidad  
en la cuenca del río Aconcagua**

PARAMETROS	FUENTE	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
<b>FISICO-QUÍMICOS</b>						
Conductividad Eléctrica	DGA	μS/cm	116	1395	<600	Obligatorio
DBO5	KRISTAL	mg/L	<2	5.3	<2	Obligatorio
Color Aparente		Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	DGA	mg/L	3.1	15.8	>7.5	Obligatorio
pH	DGA	unidad	6.3	9.9	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	DGA	-	0.1	1.9	<2.4	No
Sólidos disueltos	SAG	mg/L	108.2	964.1	<400	Si
Sólidos suspendidos	ESVAL	mg/L	19	271	<24	Obligatorio
Temperatura	DGA	°C	1	29		No
<b>INORGANICOS</b>						
Amonio		mg/L	s/i	s/i	<0.5	No
Cianuro		μg/L	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	DGA	mg/L	1.5	98.9	<80	Si
Fluoruro		mg/L	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito		mg/L	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	DGA	mg/L	9.6	436.2	<120	Si
Sulfuro		mg/L	s/i	s/i	<0.04	No
<b>ORGANICOS</b>			s/i	s/i		No
<b>ORGANICOS PLAGUICIDAS</b>			s/i	s/i		No
<b>METALES ESENCIALES</b>						
Boro	DGA	mg/l	<1	<1	<0.4	No
Cobre	DGA	μg/L	<10	9530	<7.2	Si
Cromo total	DGA	μg/L	<10	<10	<8	No
Hierro	DGA	mg/L	<0.01	42,5	<0.8	Si
Manganeso	DGA	mg/L	<0.01	1.6	<0.04	Si
Molibdeno	DGA	mg/L	<0.01	0.64	<0.008	Si
Níquel	DGA	μg/L	<10	30	<42	No
Selenio	DGA	μg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	DGA	mg/L	<0.01	0.68	<0.096	Si
<b>METALES NO ESENCIALES</b>						
Aluminio	DGA	mg/L	<0.01	9.5	<0.07	Si
Arsénico	DGA	mg/L	<0.001	4.8	<0.04	Si
Cadmio	DGA	μg/L	<10	<10	<1,8	No
Estaño		μg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	DGA	μg/L	<1	<1	<0.04	No
Plomo	DGA	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
<b>MICROBIOLOGICOS</b>						
Coliformes Fecales (NMP)	KRISTAL	gérmenes/100 ml	<2	23000	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	SAG	gérmenes/100 ml	950	>1600	<200	Si

De acuerdo a lo anterior los parámetros seleccionados para el análisis de la calidad de agua en la cuenca son los siguientes:

- Obligatorios
  - Conductividad Eléctrica
  - $\text{DBO}_5$
  - Oxígeno Disuelto
  - pH
  - Sólidos Suspendidos
  - Coliformes Fecales
  
- Principales
  - Sólidos disueltos
  - Cloruro
  - Sulfato
  - Cobre
  - Hierro
  - Manganeso
  - Molibdeno
  - Zinc
  - Aluminio
  - Arsénico
  - Coliformes Totales

De acuerdo al programa de muestreo realizado por CADE-IDEPE (ver 4.2.5), los siguientes parámetros exceden la clase 0:

- $\text{DBO}_5$
- Color Aparente
- Sólidos Disueltos
- Sólidos Suspendidos Totales
- Cianuro
- Nitrito
- Estaño
- Coliformes Fecales
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no excede el límite de la clase 0 se considera que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: RAS, níquel, selenio, amonio, fluoruro y sulfuro.

No es posible realizar un análisis de los parámetros siguientes: cromo, boro, cadmio, mercurio y plomo, ya que los límites de detección (LD) de los ensayos son superiores al valor de la clase 0.

#### 4.2.2 Análisis de Tendencia Central

La tendencia central se expresa a través de la media móvil, filtro lineal destinado a eliminar variaciones estacionales. En la abscisa se representa el periodo de tiempo expresado en años y en la ordenada el valor del parámetro.

En el anexo 4.1 se presentan las figuras de tendencia central de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Aconcagua: conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, cloruro, sulfato, cobre, hierro, aluminio, manganeso, arsénico, molibdeno y zinc.

En el caso de otros parámetros seleccionados, no se presentan gráficas de tendencia central porque no existen datos suficientes para una serie de tiempo.

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.13.

**Tabla 4.13 : Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

CUENCA RIO ACONCAGUA	
<b>Conductividad Eléctrica:</b>	
<p><u>Río Aconcagua</u> : La tendencia central de la conductividad eléctrica va progresivamente en aumento a lo largo del río, partiendo con valores de aproximadamente 300 a 400 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> en la estación Chacabuquito y San Felipe en una serie de tiempo de 17 y 19 años respectivamente en un periodo de registro 1982-2001, alcanzando los 400- 500 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> en la estación Romeral en una serie de tiempo de 17 años desde 1984-2001, tendencia que continua en la estación Puente Colmo con un valor entre 500- 600 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> para una serie de tiempo de 17 años, valor que se mantienen en la estación Desembocadura.</p> <p>Aumento que se debe a la presencia de iones inorgánicos a su movilidad y concentración a lo largo del río. Esto se corrobora con el valor superior para el cloruro en la estación Puente Colmo siendo, en este caso, los iones cloruro los que aportan a la conductividad.</p>	
<b>pH:</b>	
<p><u>Río Aconcagua</u>: La tendencia central del pH es uniforme para todas las estaciones de monitoreo a excepción de la estación Desembocadura que tiene una serie de tiempo muy restringida. Las estaciones Chacabuquito y San Felipe son uniformes en un registro de 17 años entre 1984-2001, para presentar un aumento en la estación Romeral y permanecer constante en la estación puente Colmo, con un valor cercano a 8.3 lo que indica una basicidad.</p>	

Tabla 4.13 (Continuación) : Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO ACONCAGUA	
<b>Oxígeno Disuelto</b>	
<p><u>Río Aconcagua:</u> Se observa un comportamiento homogéneo en las estaciones de Chacabucuito, San Felipe, Romeral y puente Colmo, presentando a lo largo del río rangos entre 9.0- 10,0 mg/L. En la estación puente Colmo tiende a aumentar levemente sobre un valor de 10 mg/L, el periodo de registro en la estación Panamericana es restringido. Lo anterior concuerda plenamente con la diferencia de temperatura en cada estación.</p>	
<b>Concentración de Cloruro</b>	
<p><u>Río Aconcagua:</u> La tendencia del cloruro en la estación Chacabucuito presenta dos series de tiempo, la primera hasta 1990 la que aumenta y luego disminuye para permanecer constante desde 1991 en adelante durante 10 años, con un valor aproximado a 17 mg/L. En la estación San Felipe presenta un comportamiento homogéneo durante toda la serie de tiempo de 12 años, en la estación Romeral tiende a disminuir levemente para permanecer constante en 15 mg/L durante toda la serie de tiempo desde 1984-2001. La tendencia en la estación puente Colmo presenta dos serie desde 1983- 1986 tiende a disminuir desde 25 a 18 mg/L para permanecer constante en 18 mg/L por una serie de tiempo de 17 años aproximadamente. A lo largo del río se puede afirmar que en la parte alta permanece constante en 17 mg/L para disminuir a 15 mg/L en el centro y luego presentar un leve aumento en la estación puente Colmo.</p>	
<b>Concentración de Sulfato:</b>	
<p><u>Río Aconcagua:</u> La tendencia del sulfato en la estaciones Chacabucuito, San Felipe, Romeral y puente Colmo es homogénea presentando un aumento en un rango de 85 a 110 mg/L en una serie de tiempo de 15 años. En la estación Desembocadura no es posible realizar análisis por la serie de tiempo restringida.</p>	
<b>Concentración de Cobre :</b>	
<p><u>Río Aconcagua:</u> La tendencia del cobre en la parte alta del río es a aumentar. En la estación Chacabucuito aumenta desde 200 a 900 µg/L en una serie de tiempo de 15 años, en la estación San Felipe aumenta desde 200 a 600 µg/L en una serie 10 años, el aumento es menos significativo en la estación Romeral desde 150 a 250 µg/L. La estación de puente Colmo presenta un comportamiento uniforme en un valor cercano a 100 µg/L en la serie de tiempo de 16 años.</p>	
<b>Concentración de Hierro</b>	
<p>Río Aconcagua: La tendencia del hierro en la estación Chacabucuito presenta dos series de tiempo desde 1984 a 1994 aumenta desde 1,0 a 8,0 mg/L en una serie de tiempo de 10 años, para disminuir desde 1995 en adelante hasta 6, 0 mg/L, en la estación San Felipe aumenta desde 1,0 a 4,0 mg/L en una serie 18 años, en la estación Romeral presenta una serie uniforme con un valor constante</p>	



**Tabla 4.13 (Continuación) : Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

<b>CUENCA RIO ACONCAGUA</b>	
cercano a 2 mg/L. La estación puente Colmo presenta el mismo comportamiento uniforme y constante en la serie de tiempo 18 años en un valor cercano a 1,0 mg/L. El comportamiento es el mismo que el del cobre en las estaciones de Chacabuquito, San Felipe y puente Colmo.	
<b>Concentración de Manganeseo</b>	
<p><u>Río Aconcagua:</u> La tendencia del manganeso en las estaciones Chacabuquito y San Felipe es uniforme entre las dos estaciones presentando una tendencia variable que tiende a la disminución para luego aumentar y permanecer constante desde 1998 en adelante en un valor cercano a 0,22 mg/L y 0,3 respectivamente . En las estaciones de Romeral y puente Colmo en comportamiento es similar entre las estaciones con una tendencia variable que tiende a aumentar con un valor de 0.08 mg/L en la estación Romeral y un valor de 0.13 mg/L en la estación puente Colmo. La serie de tiempo del manganeso en la estación Desembocadura es restringida de 3 años lo que no permite análisis.</p>	
<b>Concentración de Aluminio :</b>	
<p><u>Río Aconcagua :</u> El comportamiento de las curvas en las estaciones Chacabuquito, San Felipe, Romeral son similares , con series de tiempo de 7 años, presentando una disminución hasta 1997 para luego presentar la tendencia a aumentar incrementando su valor en la misma proporción en las tres estaciones aumentan un 1 mg/L en cada estación hasta el último registro 2002.</p> <p>Los valores a lo largo del río fluctúan en un rango de 1,0-4,0 mg/L.</p> <p>En la estación San Felipe presenta un valor de 4,0 mg/L, en la estación Chacabuquito 3,0 mg/L, en la estación Romeral 2,0 mg/L y en la estación puente Colmo 1,0 mg/L. La serie de tiempo del aluminio en la estación Desembocadura es restringida de 3 años lo que no permite análisis.</p>	
<b>Concentración de Arsénico:</b>	
<p><u>Río Aconcagua :</u> El comportamiento de las curvas en las estaciones San Felipe y puente Colmo son similares , presentando dos series de tiempo. La primera desde 1987 a 1992 que tiende a disminuir para permanecer constante hasta 2002, serie de tiempo de 10 años con un valor aproximado de 0.01 y 0.008 mg/L respectivamente.</p> <p>En la estación Chacabuquito la curva es homogénea con una tendencia a atenuar el comportamiento y tender a la disminución para permanecer constante desde 1998 en adelante un valor de 0,02 mg/L.</p> <p>La estación de Romeral desde 1996 tiende a disminuir con una fuerte pendiente con un valor para el último registro de 0,2 mg/L.</p>	
<b>Concentración de Molibdeno :</b>	
<p>Río Aconcagua : El comportamiento de las curvas en las estaciones Chacabuquito y San Felipe son similares presentando una disminución desde 1999 en adelante desde 0,0020 a 0,018 mg/L. En la</p>	

**Tabla 4.13 (Continuación) : Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

<b>CUENCA RIO ACONCAGUA</b>	
estación Romeral la tendencia es homogénea presentando un valor constante de 0,01 mg/L a lo largo de la serie de tiempo de 8 años.	
<b>Concentración de Zinc :</b>	
<u>Río Aconcagua</u> : El comportamiento de las curvas en las estaciones Chacabuquito, Romeral y puente Colmo son similares presentando una disminución desde 1995 en adelante en una serie de tiempo de 7 años . En la estación Romeral la tendencia es homogénea presentando un valor constante de 0,01 mg/L a lo largo de la serie de tiempo de 8 años.	

De acuerdo al análisis de las figuras del anexo 4.1 se puede establecer que la tendencia central de los parámetros de calidad de agua seleccionados muestra un comportamiento común con un perfil plano de la media móvil en los últimos 10 a 15 años, lo que habilita el uso del conjunto de la base de datos para los posteriores análisis.

#### 4.2.3 Programa de muestreos

La necesidad de complementar la información existente considera dos aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo existente está orientada a medir parámetros inorgánicos de tal modo que no se dispone de información orgánica y, en segundo término, que las necesidades de información complementaria están destinadas a ratificar las asignaciones de clase objetivo por tramos. En el caso de la cuenca del río Aconcagua se ha privilegiado las mediciones inmediatas en zonas donde no existen datos de monitoreo y posibles efectos antrópicos no monitoreados en la actualidad. Se incluyen mediciones de los parámetros que no registran mediciones anteriores.

Es importante señalar en este punto, que el muestreo es puntual y por lo tanto debe considerarse como tal en cuanto a la validez y representatividad del resultado, siendo el objetivo principal de este monitoreo entregar orientaciones de parámetros inexistentes en la base de datos (nivel de información tipo 4), o bien datos que deberían ser corroborados.

Considerando ambos aspectos se propone llevar adelante el siguiente programa de muestreo:

**Tabla 4.14: Programa de Muestreo**

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
0540-BL-30	Río Blanco en río Blanco	Estación DGA, vigente	DBO <sub>5</sub> , Color, SD, SST, NH <sub>4</sub> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT
0541-AC-20	Río Aconcagua en Romeral	Estación DGA, vigente	DBO <sub>5</sub> , Color, SD, SST, NH <sub>4</sub> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT, Aceites y Grasas, Índice de Fenol, Detergentes, Hidrocarburos Aromáticos Policíclico, Hidrocarburos, Tetracloroeteno y Tolueno
0542-AC-60	Río Aconcagua en Desembocadura	Estación DGA, vigente	DBO <sub>5</sub> , Color, SD, SST, NH <sub>4</sub> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT, 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina
0541-AC-10	Río Aconcagua aguas abajo de San Felipe	Estación DGA, vigente	DBO <sub>5</sub> , Color, SD, SST, NH <sub>4</sub> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT, 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina
0542-AC-50	Río Aconcagua aguas abajo de San Pedro	Estación DGA, vigente	DBO <sub>5</sub> , Color, SD, SST, NH <sub>4</sub> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT, 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

#### 4.2.4 Base de Datos Integrada (BDI)

Para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, se establece la denominada *Base de Datos Integrada* (BDI), la cual contiene datos recopilados de monitoreos o muestreos realizados a la fecha (información de nivel 1 al nivel 3), datos del programa de muestreos realizados durante el desarrollo de la presente Consultoría (nivel 4) y datos estimados por el consultor para aquellos parámetros que carecen de toda información (nivel 5).

En forma específica, se ha considerado lo siguiente:

- En el caso de disponer de un número de registros > 10 por período estacional, se procede a calcular el percentil 66%, lo que equivale según la metodología a información de Nivel 1.
- Cuando se dispone de un número de registros entre 5 y 10 por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, lo que equivale a información de Nivel 2 y se representa por el valor entre paréntesis. (ejemplo OD = (10,5))
- Si sólo se dispone de un número menor que 5 registros por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, que equivale

a información de Nivel 3 y se representa por el valor entre dos paréntesis.  
(ejemplo OD = ((10,5)))

En el caso de la cuenca del río Aconcagua la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA:  
  
Nivel 1, 2, 3 para los períodos estacionales de invierno, verano, primavera y otoño.
- Programa de Muestreo: Nivel 4
- Estimaciones información Nivel 5
- Información de Otras Fuentes:
  - Programa de Seguimiento del Proyecto: Control de la Contaminación de Recursos Naturales Renovables –SAG. Información nivel 3.
  - Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de las Descargas de Aguas Servidas Industriales, Residenciales y Otras en la Cuenca del Río Aconcagua-Chile. Kristal -Homsí y Asociados, 1996. Información de nivel 3.
  - Programa de Monitoreo de ESVAL, (Nov. 2002 - Mar 2003). Información nivel 3.

Para la cuenca del río Aconcagua, la Base de Datos Integrada (BDI) se presenta en la forma de un archivo digital en el anexo 4.2.

#### 4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

En este acápite se realiza el análisis de los parámetros de calidad de agua por periodo estacional: verano, otoño, invierno y primavera.

De acuerdo al nivel de calidad de la información disponible en cada período estacional, se procede a calcular para los parámetros seleccionados en esta cuenca el valor característico de cada uno de ellos.

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.15 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Aconcagua, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

**Tabla 4.15 : Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Aconcagua**  
**Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((429,6))	0	((666,2))	1	((683,6))	1	((508,4))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	466,4	0	629,7	1	611,2	1	330,8	0
RIO BLANCO EN PSCICULTURA	((217,8))	0	((417,3))	0	((340,5))	0	((202,7))	0
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(611,4)	1	(755,6)	2	(877,7)	2	(539,4)	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	489,2	0	574,1	0	483,9	0	370,4	0
RIO COLORADO EN COLORADO	315,4	0	333,7	0	256,6	0	218,3	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	399,4	0	483,7	0	448,5	0	303,5	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	459,0	0	539,4	0	493,6	0	287,4	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	506,0	0	607,4	1	511,3	0	402,8	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	(450,4)	0	((421,0))	0	(460,8)	0	(424,8)	0
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	602,8	1	612,3	1	554,3	0	552,2	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((429,8))	0	((573,9))	0	(533,9)	0	(555,8)	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	291,9	0	294,4	0	261,6	0	172,3	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((284))	0	((203,5))	0	((154,1))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	313,5	0	389,0	0	279,2	0	224,2	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	(352,8)	0	((430,0))	0	(358)	0	((252,8))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	406,7	0	481,7	0	423,4	0	256,5	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	584,8	0	591,9	0	579,8	0	531,1	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	702,7	1	743,9	1	838,5	2	686,8	1
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	617,4	1	619,7	1	650,0	1	573,9	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	610,7	1	649,5	1	614,5	1	572,7	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	737,6	1	700,0	1	651,1	1	662,6	1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((6,8))	2	((6,5))	2	((9,1))	0	((8,4))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	9,900	0	9,860	0	10,000	0	10,500	0
RIO BLANCO EN PSCICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(9,0)	0	((9,2))	0	(10,8)	0	(9,6)	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	(10,1)	0	11,000	0	10,8	0	(10,2)	0
RIO COLORADO EN COLORADO	9,200	0	10,270	0	10,5	0	10,600	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	10,130	0	10,430	0	10,8	0	10,200	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	9,390	0	9,590	0	11,2	0	10,200	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	9,990	0	10,6	0	11,8	0	9,400	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	10,050	0	10,990	0	12	0	10,000	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((7,5))	1	((8,4))	0	((8,6))	0	((8,3))	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	8,920	0	10,190	0	10,2	0	9,600	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN					((13,1))	0	((8,7))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	9,200	0	9,480	0	10,6	0	10,3	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((10,2))	0	((11,4))	0	((12,2))	0	((10,2))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	9,260	0	(10,1)	0	11,200	0	9,6	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	9,88	0	9,87	0	10,3	0	9,7	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	7,600	0	7,830	0	8,2	0	7,400	0
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	8,97	0	9,980	0	10,4	0	9,7	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	9	0	10	0	10,5	0	9,9	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	10,070	0	7,190	2	10,8	0	9,8	0

**Tabla 4.15 (Continuación) : Calidad de Agua por Períodos Estacionales  
en la Cuenca de Aconcagua. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((7,4))	0	((8,0))	0	((8,0))	0	((7,7))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	8,240	0	8,220	0	8,400	0	8,200	0
RIO BLANCO EN PSCICULTURA	((7,6))	0	((7,7))	0	((7,8))	0	((7,7))	0
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(8,4)	0	(8,3)	0	(8,2)	0	(8,1)	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	8,04	0	8,150	0	8,2	0	8,2	0
RIO COLORADO EN COLORADO	8,300	0	8,210	0	8,3	0	8,000	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	8,030	0	7,930	0	8	0	8,100	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	8,050	0	8,020	0	8	0	7,800	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	8,350	0	8,46	0	8,7	0	8,200	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	(8,2)	0	((8,2))	0	(8,2)	0	(8,0)	0
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	8,550	4	8,520	0	8,4	0	8,300	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	(7,6)	0	(8,2)	0	(8,1)	0	(8,0)	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	8,350	0	8,300	0	8,3	0	8,200	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((8,2))	0	((8,4))	0	((8,1))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	8,500	0	8,350	0	8,4	0	8,3	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	(7,6)	0	((7,4))	0	(7,7)	0	((7,5))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	8,040	0	8,050	0	8,200	0	8	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	7,89	0	7,85	0	7,8	0	7,8	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	7,790	0	7,890	0	7,8	0	7,900	0
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	7,65	0	7,870	0	8	0	7,9	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	7,7	0	7,9	0	8	0	7,9	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	8,000	0	7,650	0	7,9	0	7,9	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cloruro (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((6))	0	((14,7))	0	((22,7))	0	((9,7))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	14,710	0	35,270	0	(41,9)	0	(18,4)	0
RIO BLANCO EN PSCICULTURA	((8,9))	0	((16,8))	0	((14,3))	0	((11,9))	0
RIO JUNCAL EN JUNCAL	((8,99))	0	((15,96))	0	((23,1))	0	((18))	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	10,48	0	15,820	0	18,8	0	12	0
RIO COLORADO EN COLORADO	22,430	0	27,520	0	20,6	0	12,900	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	12,130	0	24,850	0	24,9	0	15,200	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	15,990	0	21,560	0	22,2	0	12,800	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	14,530	0	18,1	0	18,7	0	13,800	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	((15,78))	0	((15,53))	0	(16,9)	0	(14,3)	0
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	21,530	0	20,770	0	20,4	0	20,500	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((45,42))	0	((23,01))	0	(19,6)	0	(35,9)	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	6,470	0	8,390	0	8,5	0	4,600	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((3,12))	0	((5,1))	0	((2,8))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	6,700	0	6,290	0	5,4	0	4,9	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((15,25))	0	((16,3))	0	((12,6))	0	((10,5))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	14,170	0	19,850	0	22,900	0	9,1	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	14,74	0	15,67	0	14,9	0	13	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	20,890	0	23,090	0	25	0	22,200	0
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	18,3	0	27,560	0	20,1	0	17,8	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	17,2	0	21,4	0	17,7	0	18,4	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	32,400	0	29,420	0	27,5	0	24,5	0

**Tabla 4.15 (Continuación) : Calidad de Agua por Períodos Estacionales  
en la Cuenca de Aconcagua. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sulfato (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((178,3))	2	((293,1))	2	((267,5))	2	((117,5))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	143,890	1	(183,8)	2	(153,4)	2	123,000	1
RIO BLANCO EN PSICULTURA	((55,7))	0	((118,3))	0	((79,8))	0	((38,4))	0
RIO JUNCAL EN JUNCAL	((241,4))	2	((315,0))	2	((368,5))	2	((224,0))	2
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	170,32	2	204,120	2	152,2	2	99,2	0
RIO COLORADO EN COLORADO	76,280	0	57,700	0	36	0	45,400	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	128,820	1	150,400	2	110,3	0	85,000	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	121,510	1	150,700	2	115,5	0	72,700	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	115,030	0	119,62	0	103	0	92,300	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	((81,6))	0	((74,5))	0	(89,3)	0	(78,7)	0
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	124,600	1	123,220	1	107,8	0	106,700	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((97,2))	0	(134,8)	1	(105,9)	0	(102,8)	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	67,670	0	71,560	0	55,7	0	26,000	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((57,6))	0	((44,0))	0	((28,0))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	66,770	0	69,070	0	45,5	0	30,1	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((109,1))	0	((75,9))	0	((54,1))	0	((44,0))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	119,910	0	130,700	1	114,600	0	55,8	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	107,38	0	102,95	0	98	0	96,8	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	146,910	1	146,300	1	145,9	1	128,800	1
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	120	1	116,600	0	133,1	1	117,8	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	117,1	0	114,8	0	112	0	117	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	120,000	1	126,650	1	114,6	0	109,8	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((9140))	4	4	4	((54))	2	((6900))	4
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	1190,000	4	570,000	3	640,000	3	3380,000	4
RIO BLANCO EN PSICULTURA	((260))	3	((90))	2	((110))	2	((770))	3
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(20)	2	(<10)	<2	(<10)	<2	(20)	2
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	40	2	20,000	2	20	2	(170)	2
RIO COLORADO EN COLORADO	70,000	2	30,000	2	<10	<2	40,000	2
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	1940,000	4	520,000	3	130	2	1980,000	4
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	770,000	3	210,000	3	100	2	1200,000	4
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	160,000	2	40	2	50	2	440,000	3
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	((40))	2			((40))	2		
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	20,000	2	60,000	2	40	2	230,000	3
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((340))	3	((60))	2	((120))	2	((140))	2
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	80,000	2	50,000	2	30	2	60,000	2
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			(<10))	<2	(<10))	<2	((50))	2
ESTERO POCURO EN EL SIFON	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	(190)	2	((580))	3	((120))	2	((90))	2
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	250,000	3	180,000	2	90,000	2	830	3
ESTERO CATEMU EN CATEMU	30	2	<10	<2	20	2	60	2
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	60,000	2	30,000	2	30	2	440,000	3
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	60	2	40,000	2	40	2	50	2
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	59	2	62	2	49	2	96	2
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	20,000	2	20,000	2	20	2	20	2

**Tabla 4.15 (Continuación) : Calidad de Agua por Períodos Estacionales  
en la Cuenca de Aconcagua. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((5,73))	4	((1,62))	2	((1,96))	2	((3,10))	2
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	3,030	2	0,760	0	0,950	1	2,470	2
RIO BLANCO EN PSICULTURA	((11,00))	4	((0,44))	0	((0,06))	0	((0,08))	0
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(3,87)	2	(1,45)	2	(0,16)	0	(3,03)	2
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	(3,17)	2	2,090	2	0,43	0	(3,02)	2
RIO COLORADO EN COLORADO	1,750	2	0,320	0	0,23	0	3,560	2
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	4,890	2	3,260	2	2,8	2	5,130	4
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	5,160	4	2,290	2	1,91	2	5,880	4
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	1,050	2	0,57	0	1,01	2	4,880	2
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA	((0,41))	0	((0,09))	0	((0,59))	0	((0,02))	0
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	0,430	0	1,070	2	0,94	1	2,690	2
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((0,56))	0	((4,30))	2	((1,80))	2	((4,40))	2
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	0,680	0	1,160	2	0,67	0	3,940	2
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((0,24))	0	((0,73))	0	((0,11))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	0,450	0	0,180	0	0,78	0	0,85	1
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((5,89))	4	((2,70))	2	((1,51))	2	((4,62))	2
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	4,080	2	2,130	2	2,960	2	5,31	4
ESTERO CATEMU EN CATEMU	0,74	0	0,33	0	0,28	0	1,26	2
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	2,320	2	1,010	2	1,2	2	4,880	2
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	0,75	0	0,680	0	1,01	2	1,18	2
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	0,73	0	0,71	0	0,63	0	1,03	2
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	0,920	1	0,770	0	0,71	0	0,75	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((1,49))	4	((0,72))	4	((0,71))	4	((1,46))	4
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	(0,45)	4	(0,27)	4	(0,04)	2	(0,30)	4
RIO BLANCO EN PSICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(0,21)	4	(0,08)	2	(0,02)	0	(0,17)	2
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO			((0,14))	2	((0,02))	0	((0,13))	2
RIO COLORADO EN COLORADO	(0,12)	2	(0,06)	2	(<0,01)		(0,20)	2
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	(0,41)	4	(0,23)	4	(0,10)	2	(0,22)	4
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	(0,52)	4	(0,22)	4	(0,08)	2	((0,62))	4
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	((0,13))	2	0,05	1	(0,05)	1	(0,13)	2
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	((0,08))	2	(0,15)	2	((0,15))	2	((0,13))	2
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((0,08))	2	((0,23))	4	((0,06))	2	((0,51))	4
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	(0,03)	0	(0,05)	1	(0,02)	0	(0,08)	2
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((0,02))	0	((0,03))	0	((0,20))	2
ESTERO POCURO EN EL SIFON	(<0,01)		(<0,01)		(0,03)	0	(0,03)	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((0,39))	4	((0,26))	4	((0,02))	0	((0,62))	4
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	((0,23))	4	((0,15))	2	((0,08))	2	(0,41)	4
ESTERO CATEMU EN CATEMU	(0,07)	2	(0,03)	0	(0,02)	0	(0,07)	2
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	(0,14)	2	(0,08)	2	(0,11)	2	(0,13)	2
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	((0,08))	2	((0,12))	2	(0,05)	2	((0,11))	2
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA			((0,13))	2	((0,09))	2	((0,14))	2
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	((0,43))	4	(0,35)	4	(0,18)	2	(0,18)	2



**Tabla 4.15 (Continuación) : Calidad de Agua por Períodos Estacionales  
en la Cuenca de Aconcagua. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Molibdeno (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((0,03))	2	((0,04))	2	((0,02))	2	((0,02))	2
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	(0,04)	2	(0,04)	2	(0,17)	3	(0,03)	2
RIO BLANCO EN PSICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(0,02)	2	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	((<0,01))	<1	((0,02))	2	((0,02))	2	((<0,01))	<1
RIO COLORADO EN COLORADO	(0,02)	2	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	<0,01	<1	(0,02)	2	(0,02)	2	(<0,01)	<1
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	(0,02)	2	(0,02)	2	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	(0,02)	2	<0,01	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1	((0,02))	2	((<0,01))	<1
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
ESTERO POCURO EN EL SIFON	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1	((<0,01))	<1
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1
ESTERO CATEMU EN CATEMU	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	(0,02)	2	(<0,01)	<1	(0,02)	2	(<0,01)	<1
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1	((<0,01))	<1
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA			((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	((<0,01))	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Zinc (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((0,45))	2	((0,25))	2	((0,10))	1	((0,54))	2
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	(0,13)	2	(0,12)	1	(0,02)	0	(0,13)	2
RIO BLANCO EN PSICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)		(0,02)	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	((0,03))	0	((0,02))	0	((<0,01))		((0,02))	0
RIO COLORADO EN COLORADO	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)		(0,03)	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	(0,10)	1	(0,06)	0	(0,02)	0	(0,12)	1
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	(0,12)	1	(0,06)	0	(0,03)	0	(<0,01)	
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	((0,03))	0	<0,01		(0,02)	0	(0,07)	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	((<0,01))		(0,02)	0	((0,08))	0	(0,02)	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((0,14))	2	((0,02))	0	((<0,01))		((0,07))	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)		(0,03)	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((<0,01))		((<0,01))		((0,03))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)		(<0,01)	
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((0,05))	0	((0,08))	0	((<0,01))		((0,14))	2
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	((0,04))	0	((0,04))	0	((<0,01))		(0,08)	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	(0,02)	0	(<0,01)		(<0,01)		(<0,01)	
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)		(0,07)	0
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	((<0,01))		((<0,01))		(<0,01)		((0,02))	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA			((<0,01))		((<0,01))		((<0,01))	
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	((<0,01))		(0,02)	0	(<0,01)		(0,02)	0

**Tabla 4.15 (Continuación) : Calidad de Agua por Períodos Estacionales  
en la Cuenca de Aconcagua. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((6,90))	4	((2,93))	3	((1,42))	3	((4,51))	3
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	(2,97)	3	(1,10)	3	(0,61)	2	(2,97)	3
RIO BLANCO EN PSICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(4,78)	3	(2,06)	3	(0,36)	2	(4,29)	3
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO			((1,30))	3	((0,60))	2	((3,00))	3
RIO COLORADO EN COLORADO	(2,62)	3	(1,31)	3	(0,38)	2	(5,51)	4
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	(5,20)	4	(2,03)	3	(1,60)	3	((3,97))	3
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	(6,73)	4	(2,34)	3	(1,12)	3	((7,50))	4
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	((2,75))	3	0,99	2	(0,54)	2	((5,17))	4
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	((0,5))	2	(1,30)	3	((0,87))	2	((2,45))	3
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((1,10))	3	((2,75))	3	((2,05))	3	((5,70))	4
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	(1,34)	3	(1,34)	3	(1,39)	3	((2,04))	3
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((0,50))	2	((1,11))	3	((0,50))	2
ESTERO POCURO EN EL SIFON	(0,59)	2	(0,54)	2	(1,19)	3	((1,91))	3
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((8,30))	4	((6,00))	4	((0,70))	2		
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	((4,10))	3	((2,46))	3	((1,63))	3	((4,98))	3
ESTERO CATEMU EN CATEMU	(1,37)	3	(0,70)	2	(0,54)	2	2,62	3
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	(2,81)	3	(1,46)	3	(0,97)	2	(5,17)	4
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	((1,23))	3	((0,68))	2	(0,38)	2	((0,95))	2
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA			((0,89))	2	((0,50))	2	((1,45))	3
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	((0,81))	2	(0,56)	2	(0,60)	2	((1,56))	3

ESTACIÓN DE MUESTREO	Arsénico (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BLANCO EN CANAL HIDROELECTRICA	((0,009))	0	((0,006))	0	((0,009))	0	((0,006))	0
RIO BLANCO EN RIO BLANCO	0,020	0	0,020	0	0,030	0	0,030	0
RIO BLANCO EN PSICULTURA								
RIO JUNCAL EN JUNCAL	(0,010)	0	((0,010))	0	(0,004)	0	(0,010)	0
RIO JUNCAL ANTES RIO BLANCO	(0,010)	0	0,010	0	(0,007)	0	(0,010)	0
RIO COLORADO EN COLORADO	0,010	0	0,010	0	0,005	0	0,010	0
RIO ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	0,010	0	0,010	0	0,009	0	0,020	0
RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	0,010	0	0,010	0	0,007	0	0,020	0
RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	0,010	0	0,004	0	0,005	0	0,010	0
RIO ACONCAGUA EN PANAMERICANA								
RIO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	0,010	0	0,010	0	0,005	0	0,010	0
RIO ACONCAGUA EN DESEMBOCADURA	((0,020))	0	((0,010))	0	((0,004))	0	((0,004))	0
RIO PUTAENDO EN REGUARDO LOS PATOS	0,010	0	0,010	0	0,013	0	0,010	0
RIO PUTAENDO EN EL BADEN			((0,01))	0	((0,011))	0	((0,010))	0
ESTERO POCURO EN EL SIFON	0,010	0	0,010	0	0,004	0	0,007	0
ESTERO POCURO ANTES RIO ACONCAGUA	((0,010))	0	((0,010))	0	((0,003))	0	((0,011))	0
RIO QUILPUE EN DESEMBOCADURA	0,010	0	0,010	0	0,010	0	0,016	0
ESTERO CATEMU EN CATEMU	<0,001		0,002	0	0,002	0	0,004	0
ESTERO LOS LOROS EN DESEMBOCADURA	0,010	0	0,010	0	0,006	0	0,010	0
ESTERO LOS LITRES ANTES RIO ACONCAGUA	0,003	0	0,010	0	0,003	0	(0,008)	0
ESTERO LOS LITRES EN DESEMBOCADURA	0,005	0	0,006	0	0,005	0	(0,008)	0
ESTERO LIMACHE ANTES EMBALSE LOS AROMOS	0,010	0	0,010	0	0,005	0	0,005	0

A continuación en la tabla 4.16 se presenta la información proveniente del monitoreo realizado en el estudio de KRISTAL-Homsi los siguientes parámetros: DBO<sub>5</sub> y Coliformes Fecales. La red de monitoreo de la DGA no contiene dichos parámetros, por lo que resulta de interés incorporarlos para el análisis de calidad de agua. Toda la información contenida en la tabla es equivalente a Nivel 3.

**Tabla 4.16 : Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca de Aconcagua.  
Información KRISTAL -Homsi**

ESTACION DE MUESTREO	DBO <sub>5</sub> (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Estación Aforo Chacabuco	-		-		((<2))	0	((2,4))	1
Curimón en Calle Camino del Inca	-		-		((3,3))	1	((2,5))	1
Estación Aforo en San Felipe	-		-		((3,2))	1	((2,8))	1
Panquehue Frente Viña a Errázuriz	-		-		((<2))	0	((2,1))	1
Estación Aforo Panamericana	-		-		((<2))	0	((<2))	0
Frente a La Cruz en Puente Lo Rojas	-		-		((3,9))	1	((<2))	0
Frente a El Bajo	-		-		((5,3))	2	((2,5))	1
Estación Aforo Puente Colmo	-		-		((2,6))	1	((3,5))	1
Puente Con-Cón	-		-		((2,5))	1	((2,3))	1

ESTACION DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Estación Aforo Chacabuco	-		-		((4,7))	0	((<2))	0
Curimón en Calle Camino del Inca	-		-		((110))	1	((620))	1
Estación Aforo en San Felipe	-		-		((15000))	4	((1100))	2
Panquehue Frente Viña a Errázuriz	-		-		((3600))	3	((900))	1
Estación Aforo Panamericana	-		-		((578))	1	((180))	1
Frente a La Cruz en Puente Lo Rojas	-		-		((23000))	4	((8000))	4
Frente a El Bajo	-		-		((23000))	4	((4000))	3
Estación Aforo Puente Colmo	-		-		((1000))	1	((800))	1
Puente Con-Cón	-		-		((642))	1	((500))	1

Para la información proveniente del programa de monitoreo del SAG, en la tabla 4.17 se presentan los valores característicos por período estacional de aquellos parámetros de los cuales no se disponía de información en la red de monitoreo de la DGA en la cuenca del río Aconcagua, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo, siendo estos: sólidos disueltos, coliformes fecales y coliformes totales.

**Tabla 4.17 : Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca de Aconcagua.**  
**Información monitoreo SAG**

ESTACION DE MUESTREO	Sólidos Disueltos (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Bocatoma Piuquénito	-		((405,2))	1	((533,5))	2	((492,7))	1
Bocatoma Hid. Aconcagua	-		((485,6))	1	((964,1))	2	((592))	2
Puente Crosby	-		((294,4))	0	((339,1))	0	((318,7))	0
Río Blanco. Puente FFCC	-		((424))	1	((409,6))	1	((238))	0
Bocatoma Chacabuco-Polpaico	-		((416,4))	1	((456,8))	1	((234,7))	0
Bocatoma Hid. Aconcagua en Río Juncal	-		((399,6))	0	((408,2))	1	((356,7))	0
Bocatoma Planta Los Quilos	-		((432))	1	((631,3))	2	((389,3))	0
Bocatoma Canal Hurtado	-		((377,6))	0	((504,2))	2	((233,3))	0
Bocatoma Canal Los Quilos	-		((422,8))	1	((468,8))	1	((306,7))	0

ESTACION DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Esval Los Libertadores (LL-1)	-		-		((50))	1	-	
Esval- Las Juntas Poniente (LJ-1)	-		-		((>1600))	>1	-	

ESTACION DE MUESTREO	Coliformes Totales (NMP/100ml)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Esval Los Libertadores (LL-1)	-		-		((950))	1	-	
Esval- Las Juntas Poniente (LJ-1)	-		-		((>1600))	>0	-	

En la tabla 4.18 se presenta la información adicional respecto de la DGA que entrega el programa de monitoreo de ESVAL. Los parámetros considerados son los siguientes: DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

**Tabla 4.18 : Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la cuenca de Aconcagua. Información Monitoreo ESVAL**

ESTACION DE MUESTREO	DBO <sub>5</sub> (mg/l)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta.Cordillera de Los Andes	((1.3))	0	((1))	0	-	-	((2))	0
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta.Cordillera de Los Andes	((1.3))	0	((1.5))	0	-	-	((2))	0
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta. Almendral	((2.5))	1	((1.5))	0	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta. Almendral	((1.5))	0	((2.5))	1	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta. El Molino	((2.5))	1	((3))	1	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta. El Molino	((2))	0	((3))	1	-	-	-	-

ESTACION DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta.Cordillera de Los Andes	((159))	4	((48))	3	-	-	((147))	4
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta.Cordillera de Los Andes	((129))	4	((53))	3	-	-	((142))	4
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta. Almendral	((634.5))	5	((28))	3	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta. Almendral	((49.9))	4	((36))	3	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts antes descarga. Pta. El Molino	((192.5))	4	((64))	3	-	-	-	-
Río Aconcagua 20 mts después descarga. Pta. El Molino	((480))	5	((180))	4	-	-	-	-

Durante el mes de octubre del presente año (primavera 2003), con el fin de completar la información existente de la cuenca y corroborar la asignación de clase propuesta, se llevó a cabo el Programa de Muestreo informado en el capítulo 4.2.3. A continuación se presenta el resultado de los análisis para la cuenca del río Aconcagua:

**Tabla 4.19 : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Punto de Muestreo	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	9.1	2
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	<1.5	0
Río Aconcagua en Romeral	<1.5	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	2.2	1
Río Aconcagua en Desembocadura	4.6	1
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	2.7	1
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	4.4	1
Estero Limache antes Embalse	<1.5	0

**Tabla 4.19 (Continuación) : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua**  
**Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	5	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	5	0
Río Aconcagua en Romeral	5	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	10	0
Río Aconcagua en Desembocadura	20	1
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	5	0
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	15	0
Estero Limache antes Embalse	10	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	268	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	199	0
Río Aconcagua en Romeral	321	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	426	1
Río Aconcagua en Desembocadura	404	1
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	544	2
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	318	0
Estero Limache antes Embalse	449	1

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	<10	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	193	4
Río Aconcagua en Romeral	47	2
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	11	0
Río Aconcagua en Desembocadura	16	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	40	2
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	41	2
Estero Limache antes Embalse	<10	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	0.09	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	0.10	0
Río Aconcagua en Romeral	0.04	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	0.06	0
Río Aconcagua en Desembocadura	0.05	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	0.40	0
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	0.19	0
Estero Limache antes Embalse	0.07	0

**Tabla 4.19 (Continuación) : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua**  
**Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	<3	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	<3	0
Río Aconcagua en Romeral	<3	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	24	3
Río Aconcagua en Desembocadura	5	1
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	<3	0
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	24	3
Estero Limache antes Embalse	26	3

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	0.1	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	0.1	0
Río Aconcagua en Romeral	0.1	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	<0.1	0
Río Aconcagua en Desembocadura	<0.1	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	0.1	0
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	<0.1	0
Estero Limache antes Embalse	<0.1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	0.02	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	<0.01	0
Río Aconcagua en Romeral	<0.01	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	0.12	2
Río Aconcagua en Desembocadura	0.04	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	0.08	2
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	0.05	1
Estero Limache antes Embalse	0.02	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	<0.01	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	<0.01	0
Río Aconcagua en Romeral	<0.01	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	<0.01	0
Río Aconcagua en Desembocadura	<0.01	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	<0.01	0
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	<0.01	0
Estero Limache antes Embalse	<0.01	0

**Tabla 4.19 (Continuación) : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua**  
**Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	<10	<2
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	20	2
Río Aconcagua en Romeral	40	3
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	<10	<2
Río Aconcagua en Desembocadura	410	4
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	80	4
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	<10	<2
Estero Limache antes Embalse	<10	<2

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	10	1
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	110	1
Río Aconcagua en Romeral	2	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	130	1
Río Aconcagua en Desembocadura	13	1
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	30000	4
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	1700	2
Estero Limache antes Embalse	40	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Blanco en río Blanco	13	0
Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	350	1
Río Aconcagua en Romeral	33	0
Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	1700	1
Río Aconcagua en Desembocadura	130	0
Estero Los Loros a/j río Aconcagua	200000	4
Estero Los Litres a/j río Aconcagua	16000	4
Estero Limache antes Embalse	1700	1



**Tabla 4.19 (Continuación) : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua**  
**Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Parámetro	Río Aconcagua aguas abajo San Felipe	
	Valor	Clase
2,4 D (µg/L)	<1	0
Aldicarb (µg/L)	<0.8	0
Atrazina + N-dealkyl metabolitos (µg/L)	<0.5	0
Captan (µg/L)	<1	0
Carbofurano (µg/L)	<1	0
Clorothalonil (µg/L)	<0.1	0
Cyanazina (µg/L)	<0.2	0
Demetón (µg/L)	<0.08	0
Diclofop-metil (µg/L)	<0.1	0
Dimetoato (µg/L)	<1	0
Paration (µg/L)	<1	0
Pentaclorofenol (µg/L)	<0.2	0
Simazina (mg/L)	<0.001	0
Trifluralina (µg/L)	<0.08	0

Parámetro	Río Aconcagua aguas abajo San Pedro	
	Valor	Clase
2,4 D (µg/L)	<1	0
Aldicarb (µg/L)	<0.8	0
Atrazina + N-dealkyl metabolitos (µg/L)	<0.5	0
Captan (µg/L)	<1	0
Carbofurano (µg/L)	<1	0
Clorothalonil (µg/L)	<0.1	0
Cyanazina (µg/L)	<0.2	0
Demetón (µg/L)	<0.08	0
Diclofop-metil (µg/L)	<0.1	0
Dimetoato (µg/L)	<1	0
Paration (µg/L)	<1	0
Pentaclorofenol (µg/L)	<0.2	0
Simazina (mg/L)	<0.001	0
Trifluralina (µg/L)	<0.08	0

**Tabla 4.19 (Continuación) : Calidad de Agua Cuenca del río Aconcagua**  
**Muestreo Puntual CADE-IDEPE**

Parámetro	Río Aconcagua en Desembocadura	
	Valor	Clase
Aceites y Grasas (mg/L)	<2	0
Compuestos Fenólicos (µg/L)	3	3
Detergentes SAAM (mg/L)	<0.006	0
Hidrocarburos Arom.Policíclicos (µg/L)	<0.1	0
Hidrocarburos (mg/L)	<2	4
Tetracloroeteno (mg/L)	<0.005	0
Tolueno (mg/L)	<0.005	0

Al realizarse el programa de muestreos se verificó una inconsistencia en el Instructivo, respecto a los límites de la Clase de excepción y la metodología de análisis de ciertos parámetros de calidad. Esta inconsistencia se debe a que los límites de detección de esas metodologías de análisis no pueden llegar a los valores límites de la clase de excepción. Por tanto los siguientes parámetros: plomo (Pb), hidrocarburos totales (HC), mercurio (Hg) y estaño (Sn), no pueden ser clasificados en clase de excepción.

#### 4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

El análisis de los factores incidentes que afectan la calidad del agua se realiza mediante una tabla de doble entrada en la cual se identifica en la primera columna el segmento en estudio, mediante la estación de calidad asociada y su código. La segunda identifica los factores tanto naturales como antropogénicos que explican los valores de los parámetros contaminantes. La tercera identifica aquellos parámetros seleccionados que sobrepasan la clase de excepción del Instructivo asociados al segmento correspondiente y de los cuales se dispone de información ya sea proveniente de la red de monitoreo de la DGA y/o de muestreos puntuales realizados por otra entidad. La última columna fundamenta y particulariza los factores incidentes.

La Tabla 4.20 explica los factores incidentes en la cuenca del río Aconcagua.

**Tabla 4.20: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Blanco en canal Hldroeléctrica 0540-BL-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</li> <li>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación de tortas de material de descarte minero</li> <li>Descarga de aguas de minas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CE, Zn, SO<sub>4</sub>, Mo, OD, Fe, Cu, Mn, Al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Formaciones geológicas correspondientes a rocas de origen sedimento volcánicas conformadas por coladas, brechas y tobas de origen andesítico con intercalaciones de material sedimentarios.</li> <li>Minería: Mineral de Cobre Andina -CODELCO</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-11</li> <li>Minería: Efluente minero Los Leones</li> <li>Cubierta vegetal: Escasa – herbácea de puna</li> <li>Geomorfología: Alta cordillera</li> </ul>
Río Blanco en río Blanco 0540-BL-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.</li> <li>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Descarga de aguas de minas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CE, CF, FE, Mo, SO<sub>4</sub>, DBO<sub>5</sub>, Al, Cu, Mn, Zn, Sn</li> <li>Posiblemente DBO<sub>5</sub> y Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Formaciones Geológicas correspondientes a rocas de origen sedimento volcánicas conformadas por coladas, brechas y tobas de origen andesítico con intercalaciones de material sedimentarios.</li> <li>Minería: Efluentes mineros y planta de filtros del mineral de Cobre Andina -CODELCO</li> <li>Centro Urbano: Poblado de Saladillo</li> <li>Descargas: Aguas Servidas de Saladillo (ESVAL)</li> <li>Industria: Piscicultura s/nombre</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-11</li> <li>Cubierta vegetal: Escasa– herbácea de puna</li> <li>Geomorfología: Alta cordillera</li> </ul>

Nota : En Anexo 4.3 se encuentra el Mapa de potencial de generación ácida (Ministerio de Minería)

**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Juncal en Juncal 0540-JU-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación subterránea y superficial de filones de mineral</li> <li>• Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bocatoma canal a Central Hidroeléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fe, SO<sub>4</sub>, Cu, Mn, Mo, Al</li> <li>• Posiblemente Estaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas correspondientes a rocas de origen sedimento volcánicas conformadas por coladas, brechas y tobas de origen andesítico con intercalaciones de material sedimentarios.</li> <li>• Franja metalogénica F-11</li> <li>• Hidroeléctrica Aconcagua</li> <li>• Cubierta vegetal: Escasa– herbácea de puna</li> <li>• Geomorfología: Alta cordillera</li> </ul>
Río Colorado en Colorado 0540-CO-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación subterránea y superficial de filones de mineral</li> <li>• Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación de tortas de material de descarte minero</li> <li>• Descarga de aguas de minas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cu, Fe, Mn, Mo, Al</li> <li>• Posiblemente Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones Geológicas correspondientes a rocas de origen sedimento volcánicas conformadas por coladas, brechas y tobas de origen andesítico con intercalaciones de material sedimentarios. En la parte baja se encuentran depósitos no consolidados de origen coluvial.</li> <li>• Litología: Franja metalogénica F-11</li> <li>• Minería: Compañía Minera Yina (cobre)</li> <li>• Cubierta vegetal: Escasa– herbácea de puna</li> <li>• Geomorfología: Alta cordillera</li> </ul>

**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Aconcagua en Chacabucuito 0541-AC-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación volumétrica y superficial de filones de mineral</li> <li>• Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración de contaminantes debido a extracciones de canales de riego</li> </ul>	Zn, DBO <sub>5</sub> , Mo, SO <sub>4</sub> , SD, Fe, Al, Cu, Mn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Litología: Franja metalogénica F-11</li> <li>• Hidrogeología: Zona de alta productividad de pozos (&gt;10 m<sup>3</sup>/h/m)</li> <li>• Riego: Bocatoma de canales Chacabuco-Polpaico, Bocatoma Planta Los Quilos, Bocatoma Canal Los Quilos, Bocatoma Canal Hurtado y Bocatoma Canal Rinconada.</li> <li>• Industria: Central Hidroeléctrica Los Quilos</li> <li>• Conservación de Recursos Naturales: Reserva Nacional Río Blanco</li> <li>• Minería: Mina Los Bronces (C. M. Disputada de las Condes)</li> <li>• Descargas: : Efluente de ESVAL Los Libertadores, Emisarios Sn Esteban y Bellavista</li> <li>• Agricultura: Plantaciones agrícolas, frutales y viñedos</li> <li>• Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Aconcagua en San Felipe 0541-AC-30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación volumétrica y superficial de formaciones rocosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descargas de aguas servidas</li> <li>Actividad agrícola. Aplicación de plaguicidas</li> <li>Drenajes de aguas de minas</li> <li>Drenajes difusos proveniente de depósitos de estériles</li> <li>Extracción de agua por canales</li> </ul>	<p>Cu, Fe, Zn, CF, Mo, SO<sub>4</sub>, Mn, Al, SS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros poblados: Ciudad de Los Andes (con Pta de tratamiento con cobertura de 97.2%). Ciudad de San Felipe (Pta de tratamiento 98.7% de cobertura)</li> <li>Descargas: Emisarios España, Laberinto, Efluente de ESVAL las juntas Poniente, Emisarios Benigno Caldera y Pte El Rey.</li> <li>Plantas de tratamiento: Almendral (San Felipe – Lodos activados) y Cordillera de los Andes (Los Andes – Lodos Activados).</li> <li>Riego: Bocatoma Canal Montenegro, Bocatoma Canal Piuquencito</li> <li>Industria: Central Hidroeléctrica El Sauce</li> <li>Minería: Minera Santa Ana</li> <li>Riego: Extracción de agua</li> <li>Agricultura: Agricultura intensiva y tecnificada</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>
Estero Pocuro en el Sifón 0541-PO-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación volumétrica y superficial de formaciones geológicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de agua por canales</li> <li>Drenajes de aguas de minas</li> <li>Drenajes difusos proveniente de depósitos de estériles</li> <li>Actividad agrícola: Aplicación de plaguicidas</li> </ul>	<p>Zn, Mn, Fe, Cu, Al</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Formaciones rocosas sedimento volcánicas de los períodos cretácico y terciario consistente en coladas, tobas y brechas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados</li> <li>Agricultura: Agricultura intensiva y tecnificada</li> <li>Minería: Mineras Tabón y La Gitana</li> <li>Edafología: Suelos arcillosos</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Quilpué en desembocadura 0541-QU-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación volumétrica y superficial de filones de mineral de franja metalogénica.</li> <li>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de RILes</li> <li>Actividad agrícola: Aplicación de plaguicidas</li> <li>Aportes de los tributarios del estero en la parte alta</li> </ul>	SO <sub>4</sub> , Fe, Al, Mn, Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Formaciones rocosas sedimento volcánicas de los períodos cretácico y terciario consistente en coladas, tobas y brechas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados</li> <li>Industrias: Conservera Pentzke (Dos Caballos -dos descargas) y Matadero Sta. María</li> <li>Hidrogeología: Aguas hidrotermales (Baños el barro)</li> <li>Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-11 en la parte alta del estero (Estero El Cobre y San Francisco)</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>
Río Putaendo en Resguardo Los Patos 0541-PU-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> <li>Lixiviación volumétrica y superficial de filones de mineral de franja metalogénica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	Cu, Fe, Mn, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Formaciones rocosas sedimento volcánicas de los períodos cretácico y terciario consistente en coladas, tobas y brechas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-11</li> <li>Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Putaendo en el Badén 0541-PU-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lixiviación volumétrica y superficial de filones de mineral de franja metalogénica.</li> <li>Escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	Cu, Mn, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciudad de Putaendo (Pta de tratamiento con cobertura del 61%)</li> <li>Descargas: Emisario Cabildo</li> <li>Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>
Río Aconcagua 0542-AC-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recarga del río Aconcagua por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	CE, Fe, Mn, Mo, Cu, Sn, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Depósitos no consolidados o rellenos</li> <li>Centros poblados: Poblado de Panquegue</li> <li>Industrias: Viña Errázuriz, Agrícola Catemu</li> <li>Descargas: Emisario Lagunas 1 y 2, Efluentes sin nombre (2)</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>Hidrogeología: Zona de alta productividad y bajo nivel freático – Pozo DGA ( 3,8 m , &gt;10m<sup>3</sup>/h/m)</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>



**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Catemu en Catemu 0542-CA-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación de filones de mineral (caliza)</li> <li>• Recarga del estero por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de aguas servidas</li> <li>• Descarga RILes</li> <li>• Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cu, Fe, Mn, Al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria: Cemento Melón (3 efluentes), Agrícola Catemu</li> <li>• Centros poblados: Ciudad de Catemu (Pta de tratamiento con cobertura de 81.4%)</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero – Pozo DGA ( 8,3 m , 4 a 10 m<sup>3</sup>/h/m)</li> <li>• Minería: Mina La Filomena</li> <li>• Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>• Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>• Franja metalogénica F-5</li> <li>• Geomorfología: Valle longitudinal</li> </ul>
Estero Los Loros o Las Vegas en desembocadura 0542-LO-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineral (caliza)</li> <li>• Recarga del estero por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de aguas servidas</li> <li>• Descarga RILes</li> <li>• Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SOP<sub>4</sub>, DBO<sub>5</sub>, CE, Fe, Mn, Mo, SD, SST, NO<sub>2</sub></li> <li>▪ Posiblemente: Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas sedimentarias volcánicas del período cretácico y terciario. Cerca de Llay Llay depósitos no consolidados.</li> <li>• Ciudad de Llay-Llay (Pta de tratamiento, cobertura del 94.7%)</li> <li>• Descargas: Efluentes de Industria de Maíz y alimento (Hellmans) (3 efluentes), Emisario Laguna N°2</li> <li>• Industrias: Fundición Chagres, Industria Hellmans</li> <li>• Litología: Franja metalogénica F-5</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero – Pozo DGA ( 3,8 m , 1 a 4 m<sup>3</sup>/h/m)</li> <li>• Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>• Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Los Litres a/j río Aconcagua 0542-LL-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixiviación de filones de mineral (caliza)</li> <li>• Recarga del estero por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de aguas servidas</li> <li>• Descarga RILes</li> <li>• Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DBO<sub>5</sub>, CE, SO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, Cu, Mn, FE, SS, CF CN, Al CT</li> <li>▪ Posiblemente Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas hipabisales e intrusivas y sedimento volcánicas del período cretácico y terciario.</li> <li>• Hidrogeología: Acuífero – Pozo DGA ( 4,7 m , 1 a 4 m<sup>3</sup>/h/m)</li> <li>• Litología: Franja metalogénica F-4</li> <li>• Descargas: Descargas sin nombre (3), Emisario Estero Puchuncaví</li> <li>• Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>• Centros poblados: Pueblito de El Melón, Ciudad de Nogales (Pta de tratamiento con 91,6% de cobertura)</li> <li>• Industrias: Pesquera Otro Uno SA , Planta El Cobre (Cía Disputada de las Condes)</li> <li>• Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>• Geomorfología: Valle longitudinal</li> </ul>

**Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua**

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Aconcagua en puente Colmo 0542-AC-50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recarga del río Aconcagua por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de RILes</li> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Actividad agrícola: Aplicación de plaguicidas</li> <li>Drenajes difusos proveniente de depósitos de estériles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CF, CT, NO<sub>2</sub>, CN, SS</li> <li>Posiblemente: DBO<sub>5</sub>, SD, Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros poblados: Ciudad de La Calera (Pta de tratamiento, cobertura 93,5%), Ciudad de La Cruz (Pta de tratamiento 84.3% de cobertura), Ciudad de Quillota (Pta de tratamiento 98.8% de cobertura)</li> <li>Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>Descargas: Emisario San Diego y Mejillones, Emisario San Miguel y Patria Nueva</li> <li>Industrias. Cemento Melón, Soc Industrial La Calera, Termoeléctricas de San Isidro y Nehuenco</li> <li>Minería: Mina El Peumo, Lavadero de Oro (estero Rautén), Mina Piedras Blancas</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-4</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Conservación de Recursos Naturales: Parque Nacional La Campana (sector Ocoa)</li> <li>Hidrogeología: Acuífero – Pozo DGA ( 1,6 m , 4 a 10 m<sup>3</sup>/h/m). Surgencia de aguas subterráneas.</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

Tabla 4.20 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Aconcagua

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Estero Limache 0542-LI-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recarga del estero por afloramiento de vertientes</li> <li>Lixiviación superficial y subterráneo de filones mineralizados (caliza)</li> <li>Filtraciones de agua subterránea proveniente del embalse</li> <li>Retención de sólidos en embalse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> <li>Descarga de RILes</li> <li>Drenajes difusos proveniente de depósitos de estériles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CE, SO<sub>4</sub>, Fe, SD, CF, CT, OD, Cu, Al, Mn, CN</li> <li>Posiblemente, SS, Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros urbanos: Ciudad de Limache y Sn Fco de Limache (Pta de tratamiento 91.7% de cobertura), Olmué.</li> <li>Descargas: Emisario Estadio Norte y Sur, COPEC Emisario RPC, cooperativa de agua potable Granizo</li> <li>Conservación de Recursos Naturales: Parque Nacional La Campana ( sector Granizo)</li> <li>Agricultura: Intensiva y tecnificada</li> <li>Minería: Minera Cerro Blanco, Mina El Guanaco y otras en parque nacional</li> <li>Litología: Franja metalogénica F-4</li> <li>Riego: Extracción de agua para riego</li> <li>Hidrología: Embalse El Aromo</li> </ul>
Río Aconcagua en desembocadura 0542-AC-60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recarga del río Aconcagua por afloramiento de vertientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descarga de aguas servidas</li> <li>Descarga de RILes</li> <li>Actividad agrícola, aplicación de plaguicidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OD, CF, SO<sub>4</sub>, SBO<sub>5</sub>, Color, SD, CN, Fe, Zn, Cu, Al fenol, Mn, Sn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geología: Depósitos no consolidados o rellenos</li> <li>Centros urbanos: Ciudad de Con-Cón (Pta de tratamiento con cobertura del 80%)</li> <li>Descargas: Emisario de ESVAL El Molino, Emisario Pedro de Valdivia e Higuierillas</li> <li>Industrias: Refinería de Petróleo Con - Cón (RPC), BASF Chile, Asfaltos Chilenos, Agroindustrial Con-Cón, NATUR'S FARM (Champiñones), Embotelladora Williamson Balfour S.A.</li> <li>Hidrogeología: Acuífero asociado Pozo DGA ( 2,2 m,1 a 4 m<sup>3</sup>/h/m). Surgencia de aguas subterráneas.</li> <li>Agricultura: intensiva y tecnificada</li> <li>Geomorfología: Valle transversal</li> </ul>

## 5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

### 5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

Para el análisis del cauce principal que es el río Aconcagua, se cuenta con cinco estaciones de monitoreo a lo largo del río, que son:

- Aconcagua en Chacabucuito
- Aconcagua en San Felipe
- Aconcagua en Romeral
- Aconcagua en Puente Colmo
- Aconcagua en Desembocadura

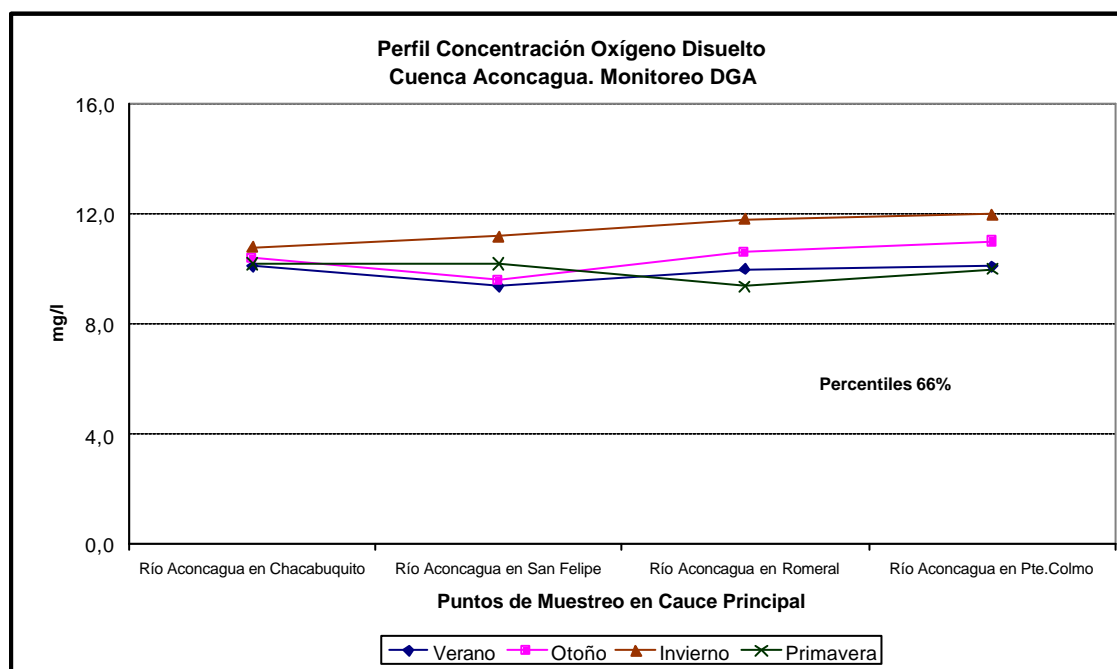
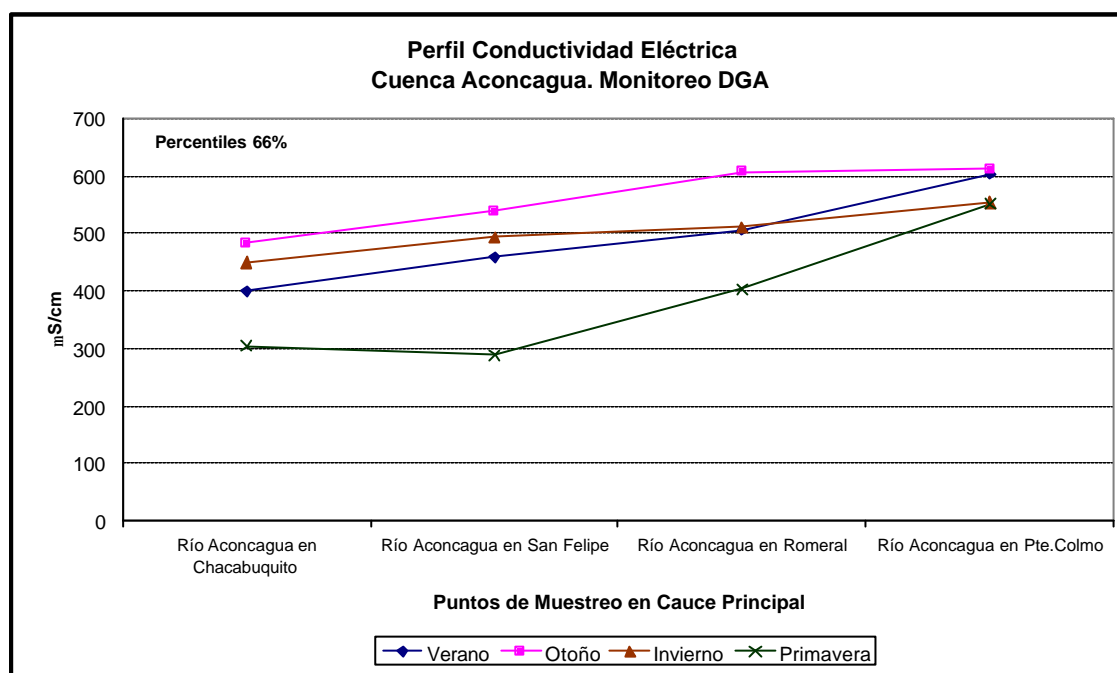
En la Figura 5.1, con información proveniente de la DGA, se incluye el perfil longitudinal de aquellos parámetros seleccionados que exceden la Clase 0 en esta cuenca, para los 4 períodos estacionales. Dichos parámetros son los siguientes: Conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sulfato, cobre, hierro, manganeso, zinc y aluminio.

Para cada parámetro se indica si la información presentada corresponde al Percentil 66%, o bien al valor medio si se cuenta con un número reducido de registros.

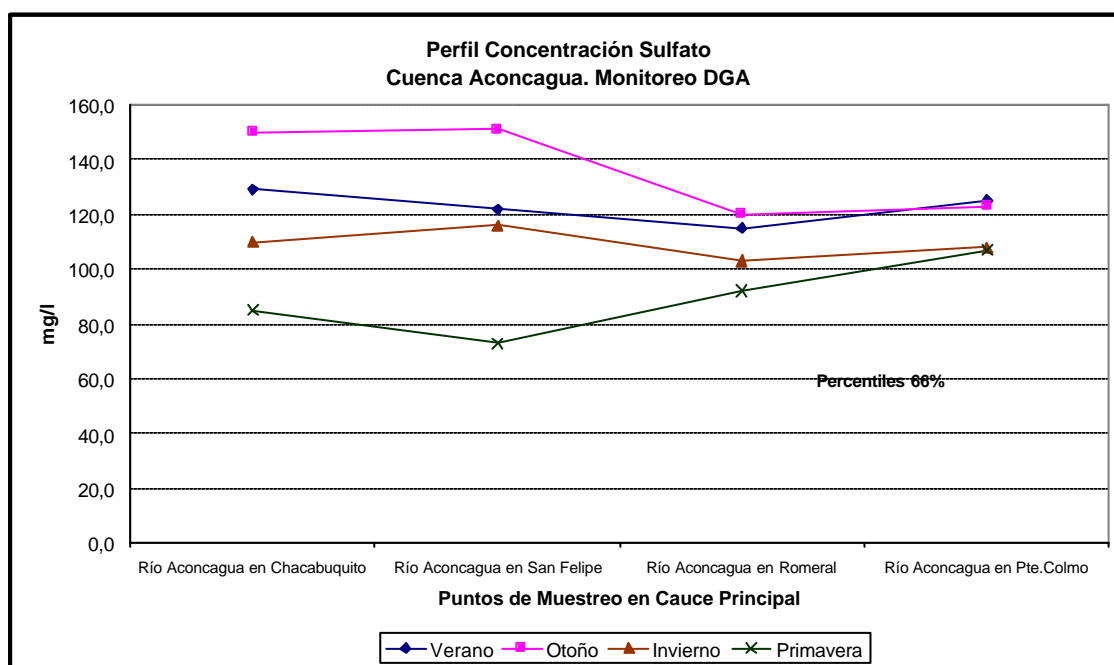
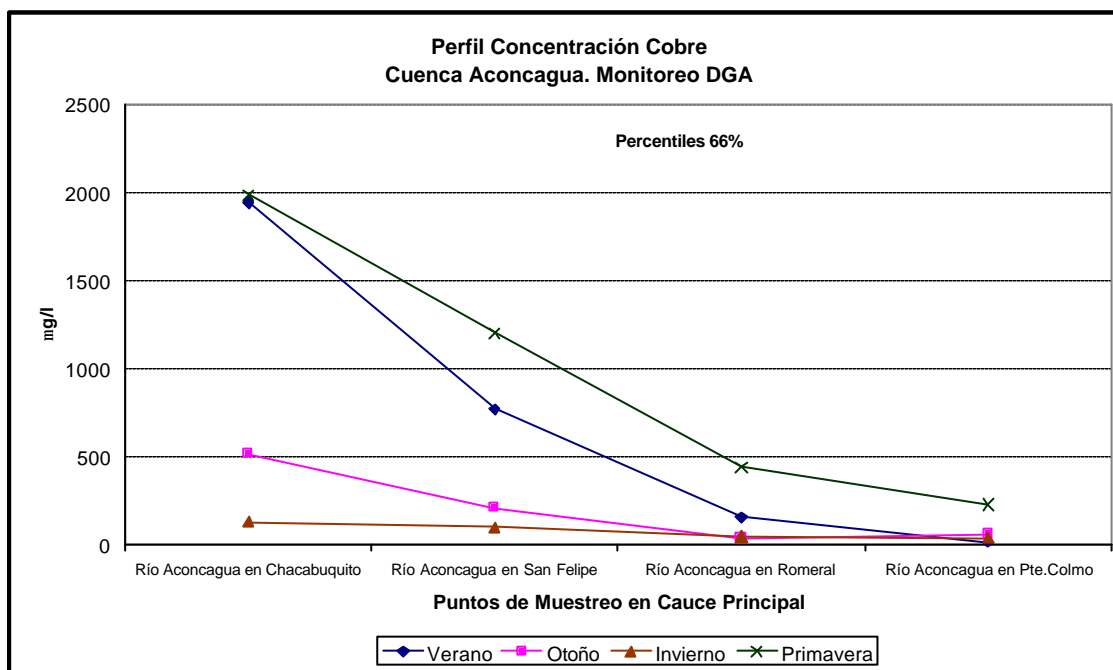
No se presenta la estación de monitoreo río Aconcagua en Desembocadura en las representaciones de los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sulfato, cobre y hierro, ya que no se contaba con información de nivel 1, que fue la utilizada en estos casos (Percentiles 66%).

Se presentan valores medios en los casos de los siguientes parámetros: manganeso, zinc y aluminio, por contarse con un número de registros que no permitía el cálculo de percentiles.

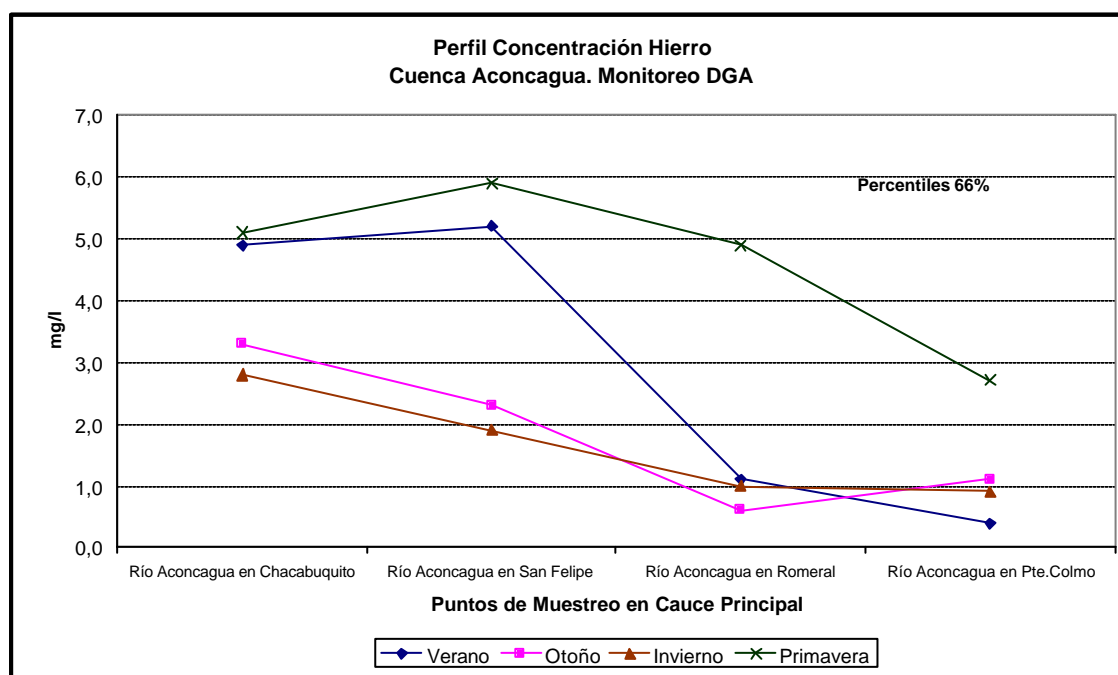
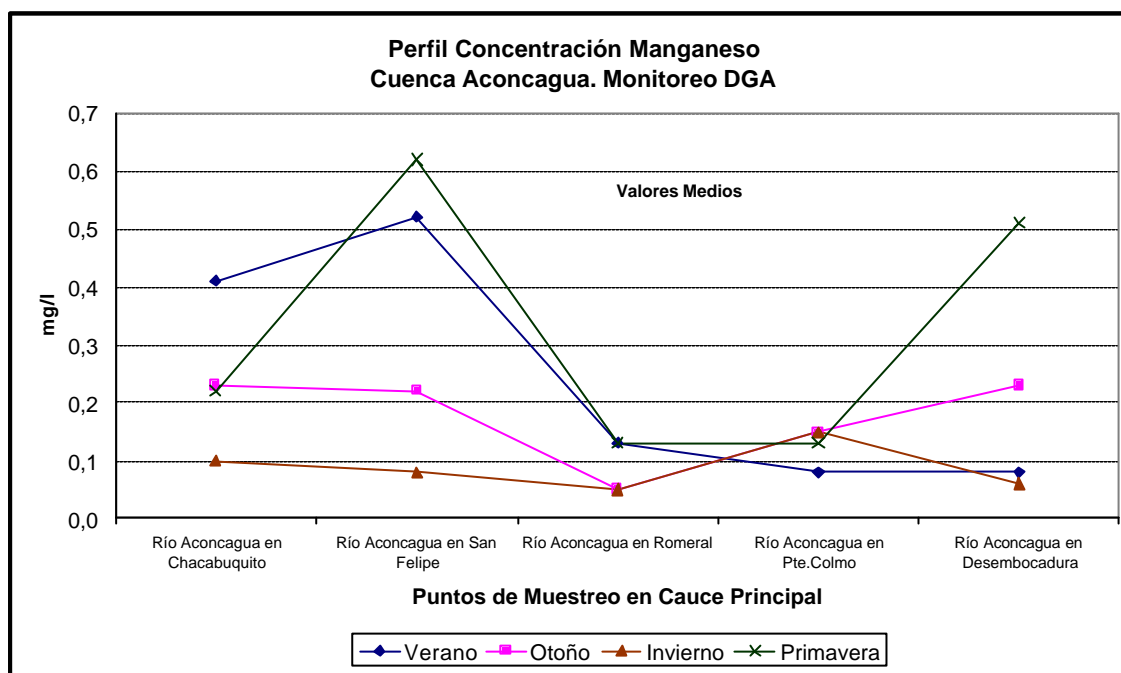
No se presenta la representación del parámetro molibdeno, por presentar en la mayoría de los casos límite de detección (<0,01 mg/l).



**Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua.  
Información DGA**

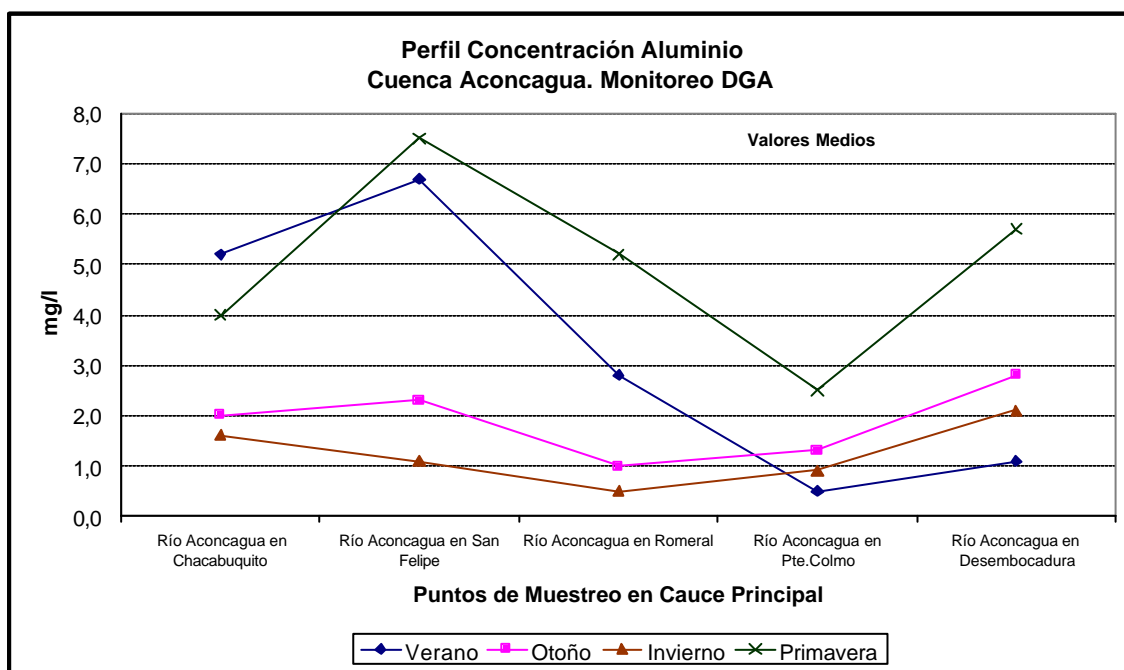
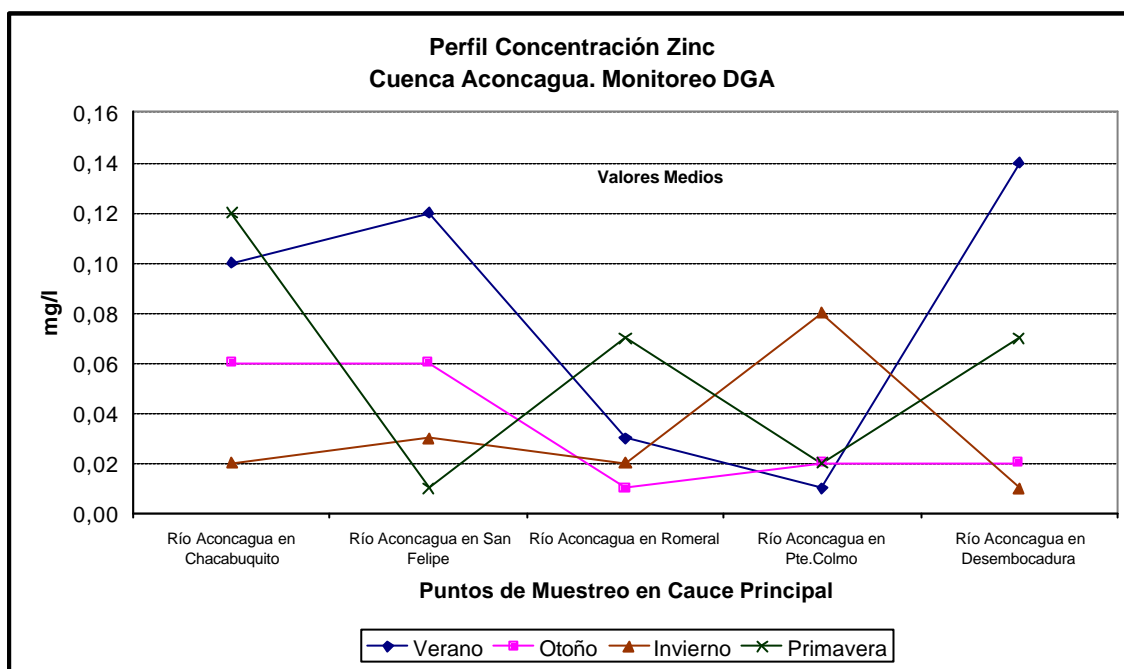


**Figura 5.1 (Continuación) : Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua. Información DGA**



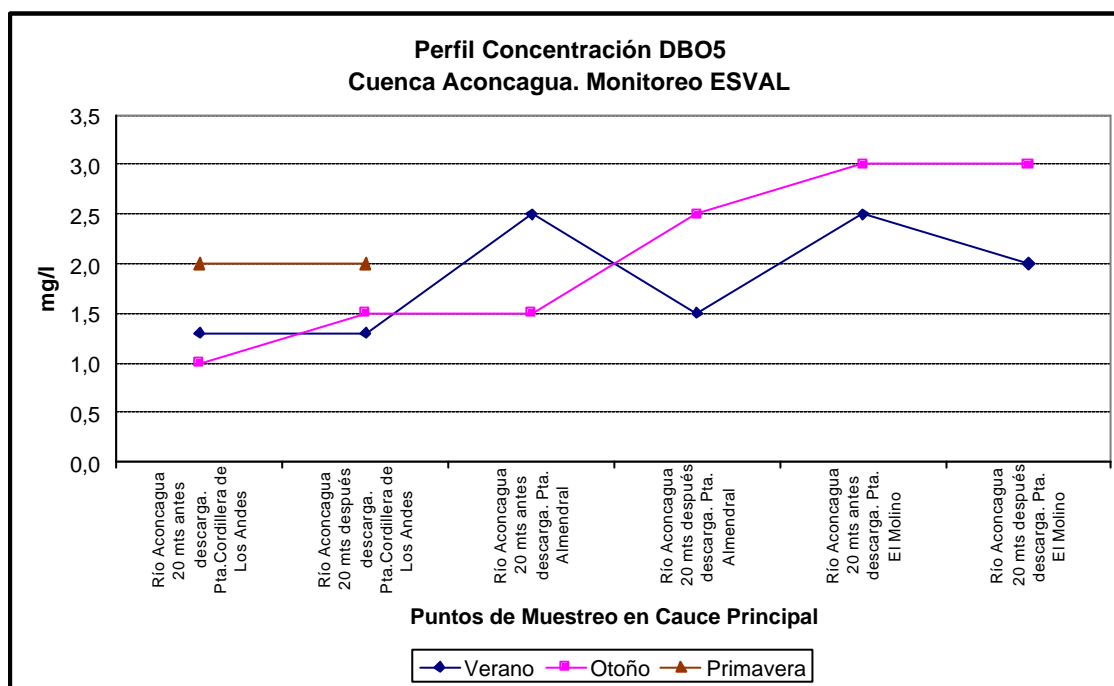
**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua. Información DGA**



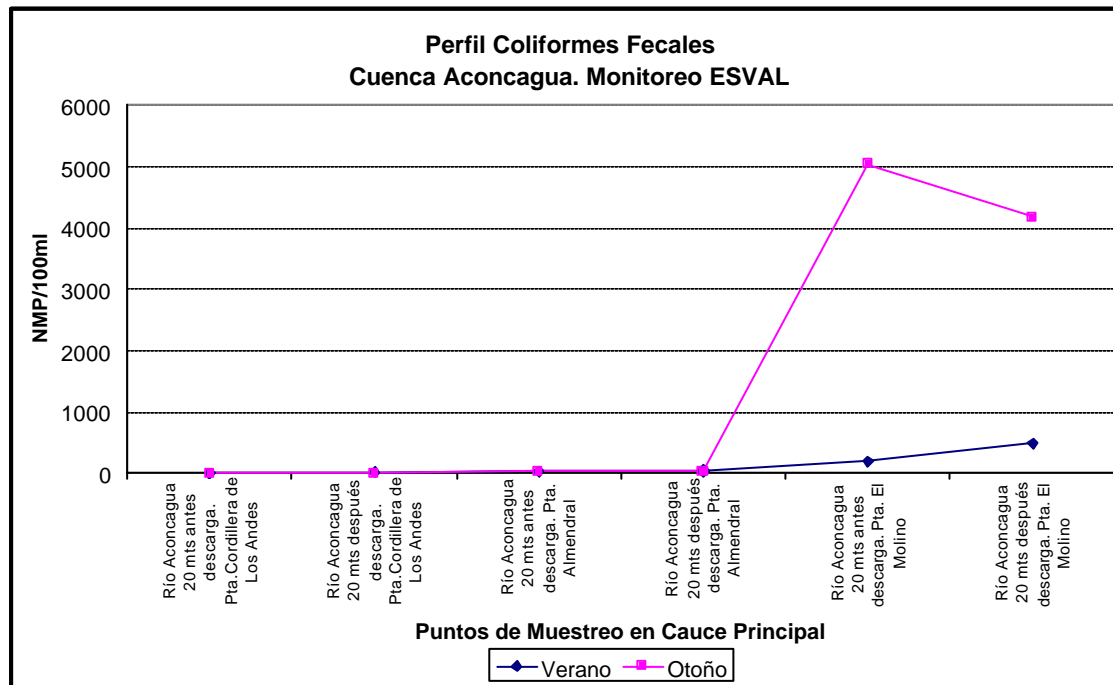
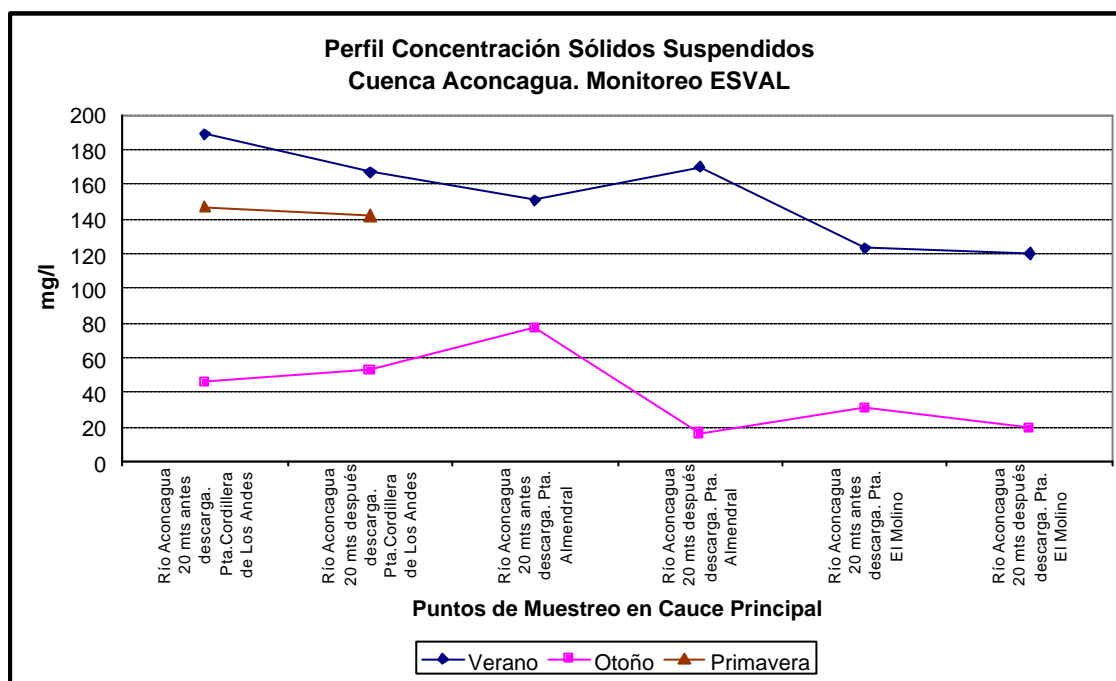


**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua. Información DGA**

En el caso de la información proveniente del monitoreo de ESVAL, se presenta en la Figura 5.2 el perfil de los parámetros que exceden la Clase 0 y de los que no se disponía de información proveniente de la DGA: DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

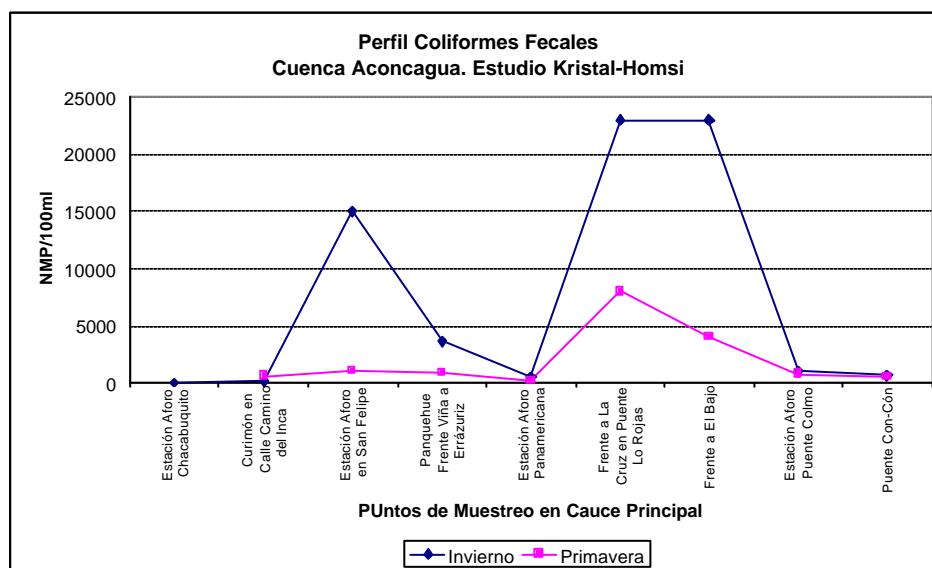
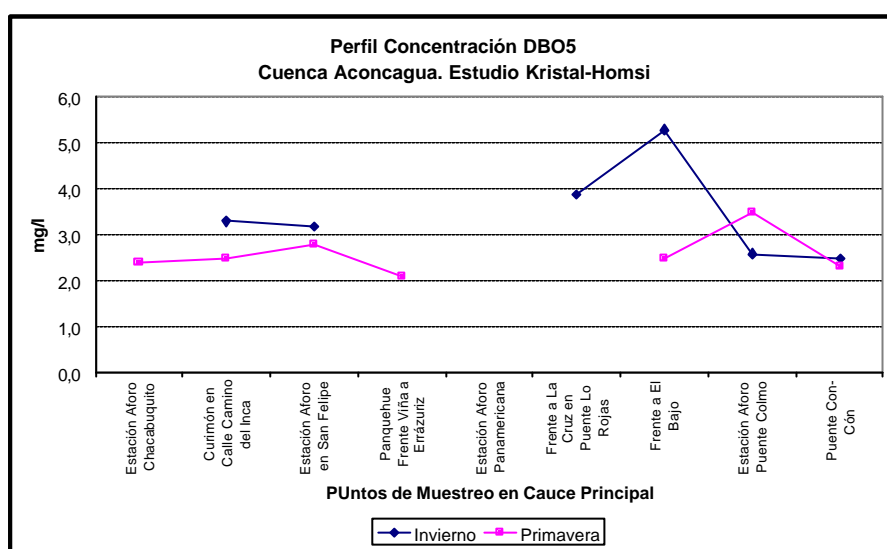


**Figura 5.2: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua  
Información Monitoreo ESVAL**



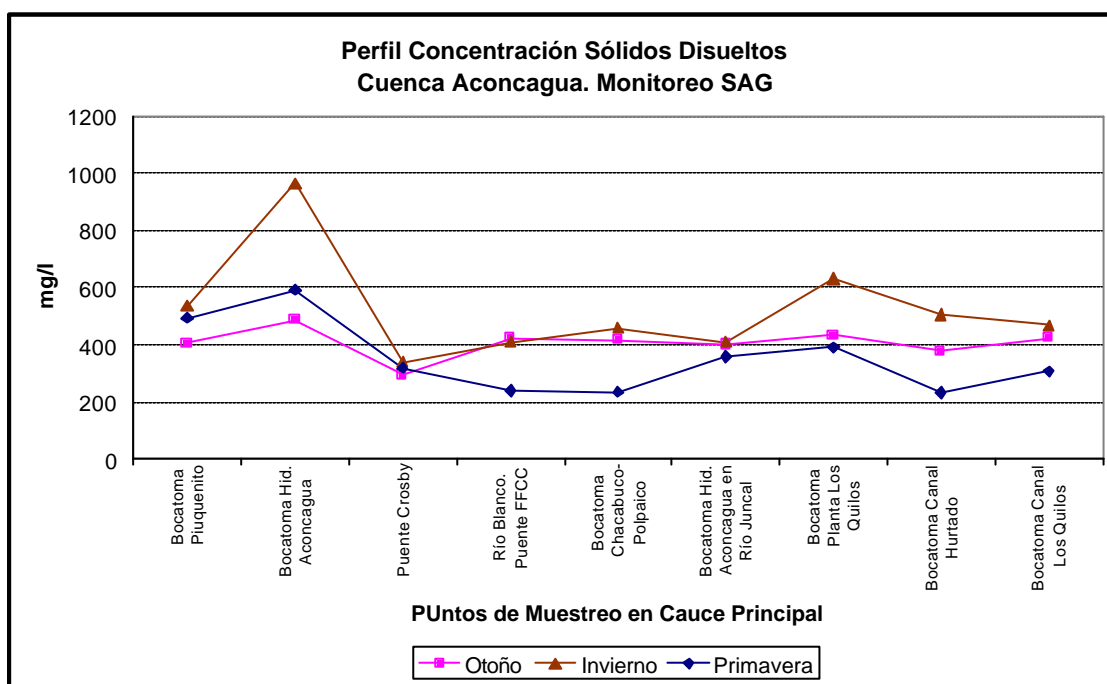
**Figura 5.2 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua. Información Monitoreo ESVAL**

En el caso de información proveniente del estudio realizado por Kristal-Homsí en el río Aconcagua, se presenta en la Figura 5.3 el perfil de los parámetros de exceden la Clase 0 y que no forman parte de los registros de la DGA, siendo estos: DBO<sub>5</sub> y coliformes fecales.



**Figura 5.3: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua**  
Información Estudio Kristal-Homsí

De la información proveniente del monitoreo realizado por el SAG, sólo se presenta en la Figura 5.4 el perfil de los sólidos disueltos y no de los coliformes fecales y totales, ya que de estos 2 últimos parámetros se contaba sólo con 2 registros, lo que no permite hacer ninguna gráfica.



**Figura 5.4: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Aconcagua  
Información Monitoreo SAG**

De las figuras 5.1 se pueden extraer lo siguiente:

- CE: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más desfavorables del punto de vista de la calidad de agua , envolvente superior, se presentan en el periodo de otoño con valores en clase 0 para todo el río, a excepción de la estación Romeral, con valores en clase1 . La envolvente inferior se muestra en primavera con todos los valores en clase 0. La comparación de los valores de la parte alta con aquellos cercanos a la desembocadura, muestra que en general la conductividad tiene a crecer, lo que podría explicarse por factores antrópicos o efectos derivados de posteriores arrastres de material.
- OD: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores de los parámetros más desfavorables, envolvente inferior se presentan en verano en la parte alta del río y en primavera desde la parte media a la baja, en clase 0. El OD tiene a una leve disminución en la parte baja lo que podría explicarse por factores antrópicos o efectos del perfil creciente de temperatura, que disminuye la solubilidad del oxígeno.
- $\text{SO}_4^{2-}$ : De los perfiles longitudinales del sulfato se observa que la envolvente superior se presenta en otoño para todo el río, con un perfil alterado que tiende a disminuir y luego aumenta en la parte baja del río con valores entre clase 2-clase1-clase 0. En la parte alta del río se observa un valor más alto en clase2, hasta estación San Felipe, clase 0 en estaciones Romeral y Panamericana y clase1 en Puente Colmo. La envolvente inferior se observa en primavera con todos los valores asignados en clase 0.
- Cu: Los perfiles longitudinales del cobre disminuye desde la estación Chacabuquito a la estación Puente Colmo en los periodos estacionales de primavera, verano y otoño. Sin embargo en invierno se presenta constante a lo largo del río, en clase 2. La envolvente superior se observa en primavera disminuyendo desde la parte alta del río hacia la parte baja, con valores en clase 4 a 3 . La envolvente inferior se presenta en invierno con todos los valores en clase 0.
- Fe: Los perfiles longitudinales del hierro aumentan desde la estación Chacabuquito a la estación San Felipe para disminuir hacia Romeral y Puente Colmo en los periodos de primavera y verano. En ambas estaciones se observa que disminuye desde la estación San Felipe hasta la estación Puente Colmo. La envolvente superior se observa en primavera con valores en clase 4 en la parte alta del río, en clase 2 aguas arriba de la estación Romeral hasta Puente Colmo. La envolvente inferior

se observa en invierno-otoño -verano, en las estaciones: Chacabuquito, San Felipe-Romeral–Puente Colmo respectivamente. Variando de clase 2 , clase 0 en invierno en la estación Romeral pasando de clase 2 a clase 3 en San Felipe a clase 2 en Romeral y a clase 0 en Puente Colmo.

- Mn: Los perfiles longitudinales del manganeso indican que la envolvente superior, se presenta en verano y primavera. En la parte alta del río con valores en clase 4, y desde la estación Romeral tiende a disminuir aguas abajo hasta Puente Colmo a clase 2, para aumentar en la desembocadura con valores en clase 4. La envolvente inferior se muestra en invierno en la parte alta y media del río, y en verano en puente Colmo, con valores asignados a la clase 2 en toda la envolvente.
- Zn: De los perfiles longitudinales del zinc se observa que la envolvente superior e inferior presentan un comportamiento alterado, presentándose en todos los periodos estacionales a lo largo del río. Para los valores más desfavorables, envolvente superior, en clase 1 en la parte alta del río para disminuir a valores asignados a la clase 0 en la parte media y aumentar a clase 2 en la desembocadura. La envolvente inferior, valores más favorables desde el punto de vista de calidad de agua, con todos los valores en clase 0.
- Al: Los perfiles longitudinales del aluminio señalan que la envolvente superior se presenta en todo el río excepto en la parte alta, estación Chacabuquito, en primavera con valores en clase 4. La envolvente inferior se observa en los periodos de invierno desde la cabecera hasta la estación Romeral y en verano desde Puente Colmo a la Desembocadura, con todos los valores en clase 0.

## 5.2 Análisis de los Parametros de Calidad a Nivel de Cuenca

A continuación en la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual del río Aconcagua presentada por grupos de parámetros y por parámetro. Este análisis esta basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

**Tabla 5.1 : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual**

CUENCA RIO ACONCAGUA	
<b>Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST.</b>	
<p><b>CE :</b> El río Aconcagua presenta una escasa variación en los periodos de verano y otoño de clase 0 a clase 1 siendo en ambos periodos en la estación puente Colmo . En invierno y primavera se encuentra en clase 0, sin variación espacial. La variación es poco significativa a lo largo del río y entre periodos estacionales. Así en río Juncal la variación es de clase 2 pasa a clase 0 en el perfil longitudinal del río. La disminución se presenta en los periodos de otoño, invierno y a verano clase1 a clase 0. El río Colorado la conductividad no varía en el tiempo ni en el espacio permaneciendo en clase 0. El río Blanco presenta clase 1 en los periodos de otoño e invierno, sin variación a lo largo del río. En los esteros Litre tienen clase 1 excepto en primavera, Las Vegas tiene clase 1 constante en los periodos estacionales excepto en invierno que pasa a clase2 y el estero Limache es constante en los cuatro periodos estacionales.</p> <p><b>DBO<sub>5</sub> :</b> En el río Aconcagua presenta clase 1, en las cercanías de las plantas de tratamiento de ESVAL ; El Almendral y El Molino. El dato del muestreo puntual en primavera en el río Aconcagua esta clasificado en clase 0 aguas abajo de San Felipe y en Romeral, en clase 1 aguas abajo de San Pedro y en Desembocadura: En río Blanco es clase 2. En los esteros: Los Loros y Los Litres es clase 1 y en el estero Limache antes embalse Los Aromos es clase 0.</p> <p><b>Color Aparente:</b> El dato del muestreo puntual en primavera esta en el rango de la clase 0 en los esteros: Los Loros, Los Litres y Limache, y en los ríos Blanco y Aconcagua excepto en la estación río Blanco en Desembocadura en clase 1.</p> <p><b>OD :</b> En los ríos Aconcagua, Juncal, Colorado, Quilpue, Putaendo y esteros Catemu, Las Vegas y Litre todos los valores están en clase 0 a excepción de estación Desembocadura en verano que corresponde a información nivel 3. En río Blanco primavera y verano es clase 0, verano y otoño clase 2 . El perfil longitudinal de la concentración no muestra tendencia. El estero Limache presenta clase 2 en otoño. Para toda la cuenca en invierno y primavera es clase 0.</p> <p><b>pH:</b> No se observan variaciones acentuadas , con todos los valores en clase 0</p> <p><b>RAS :</b> Todos los registros de la cuenca en clase 0</p> <p><b>SD :</b> En el río Aconcagua se presenta los valores superiores en invierno, en clase 2, según información nivel 3 de SAG. El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para río Blanco, estero Los Litres y río Aconcagua en Romeral y aguas abajo de San Felipe. En clase 1 en estero Limache y río Aconcagua aguas abajo de San Pedro y en Desembocadura y en clase 2 en estero Los Loros antes junta río Aconcagua</p>	



**Tabla 5.1 (Continuación) : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual**

<b>CUENCA RIO ACONCAGUA</b>	
<b>SST:</b>	El río Aconcagua presenta en verano clase 4 en otoño disminuye a clase 3, 2 y 0 en las cercanías de las plantas de tratamiento de ESVAL Cordillera, El Almendral y El Molino, respectivamente. El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para río Blanco, estero Limache y río Aconcagua en aguas abajo de San Pedro y en Desembocadura. En clase 2 en los esteros Los Loros y Los Litres, y en río Aconcagua en Romeral y en Desembocadura y en clase 4 en el río Aconcagua aguas debajo de San Felipe.
<b>Inorgánicos(IN) : <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{CN}^-</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{F}^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>, <math>\text{S}^{2-}</math></b>	
<b><math>\text{NH}_4^+</math>:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para los ríos Blanco y Aconcagua, y esteros Limache, Los Loros y Los Litres.
<b><math>\text{CN}^-</math>:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para río Blanco, estero Los Loros y río Aconcagua en Romeral y Aguas debajo de San Felipe. En clase 1 en el río Aconcagua en la Desembocadura y en clase 3 en los esteros Limache antes del embalse Los Aromos y Los Litres, y en el río Aconcagua aguas abajo de San Pedro.
<b><math>\text{Cl}^-</math>:</b>	El cloruro está en clase 0 para toda la cuenca independiente del punto de muestreo y del periodo estacional.
<b><math>\text{F}^-</math>:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para los ríos Blanco y Aconcagua, y esteros Limache, Los Loros y Los Litres.
<b><math>\text{NO}_2^-</math>:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para estero Limache y, los ríos Blanco y Aconcagua excepto en río Aconcagua aguas abajo de San Pedro en clase 2. En clase 1 estero Los Litres y clase 2 en estero Los Loros.
<b><math>\text{SO}_4^{2-}</math>:</b>	El sulfato presenta una situación diferente al cloruro caracterizada por pasar de clase 0 a clase 1 ó 2, el otoño es el periodo estacional que presenta mayor concentración a nivel de la cuenca. En el río Aconcagua presenta una disminución a lo largo del río, en la parte alta es clase 2 para pasar a clase 1 en la parte baja en la estación puente Colmo en otoño. El mismo comportamiento se observa en el periodo de verano con una concentración inferior correspondiente a la clase 1. En los periodos de invierno y primavera es clase 0 a lo largo de todo el río.
<b><math>\text{S}^{2-}</math>:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera 2003 clasifica en clase 0 para los ríos Blanco y Aconcagua, y esteros Limache, Los Loros y Los Litres.
<b>Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno</b>	
<b>Aceites y grasas, detergentes SAAM, HCAP, <math>\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4</math>, <math>\text{C}_7\text{H}_8</math>:</b>	La información disponible para el río Aconcagua en Desembocadura corresponde al muestreo puntual de primavera 2003 con datos clasificados en clase 0.
<b>PCBs:</b>	No se dispone de información
<b>Índice de fenol:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en el río Aconcagua en Desembocadura está clasificado en clase 3.
<b>HC:</b>	El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en el río Aconcagua en Desembocadura está clasificado en clase 4

Tabla 5.1 (Continuación) : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

CUENCA RIO ACONCAGUA	
<b>Orgánicos Plaguicidas (OP):</b> Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán , carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión , pentaclorofenol, siazina, trifluralina.	
<p><u>Orgánicos Plaguicidas:</u> La información disponible para el río Aconcagua aguas abajo de San Felipe y aguas abajo de San Pedro corresponde al muestreo puntual en primavera con todos los datos clasificado en clase 0 para: Ácido 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina. No se dispone de información para aldrín, clordano,, DDT, diclofop-metil, dieldrín, heptaclor, lindano.</p>	
<b>Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr<sub>total</sub>, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</b>	
<p><u>B:</u> Los datos pertenecen a un límite de detección superior a la clase 0, no es un posible análisis.</p> <p><u>Cu:</u> El cobre en río Blanco varia su concentración entre periodos estacionales correspondiendo clase 4 a verano y primavera , a lo largo del río el cobre varía entre clase 4, 3 y 4, en las estaciones respectivas. En todos los ríos Juncal, Putaendo, Colorado y esteros Litre, Limache el cobre es clase 2. Lo mismo en el estero Pocuro excepto en otoño antes de la desembocadura al río Aconcagua que es clase 3, lo que aporta a la clase 3 para el río Aconcagua en San Felipe.</p> <p><u>Cr<sub>total</sub>:</u> Los datos pertenecen a un límite de detección superior a la clase 0, no es posible un análisis.</p> <p><u>Fe:</u> El cobre en río Blanco varia su concentración entre periodos estacionales correspondiendo todos los valores a clase2 excepto clase 3 en verano para la estación canal hidroeléctrica y clase 0 en piscicultura en primavera. En los ríos Juncal y Colorado es clase 2, excepto en invierno que es clase 0. En el río Aconcagua el periodo estacional que presenta mayor concentración corresponde a primavera en clase 3 hasta San Felipe para disminuir a clase 2 en la desembocadura. Estero Las Vegas es temporal y espacialmente clase 2.</p> <p><u>Mn:</u> La parte alta de la cuenca muestra concentraciones altas asignables a clase 3, las estaciones de monitoreo de la parte baja del río están clasificadas en clase 2 y 3. El río Colorado y estero Catemú, Las Vegas y Litre son clase 2 temporal y espacialmente.</p> <p><u>Mo:</u> Los valores en toda la cuenca corresponden a clase 2.</p> <p><u>Ni, Se :</u> clasificados en clase 0.</p> <p><u>Zn:</u> Los ríos Juncal y Colorado en clase 0. río Blanco, clase 2. El río Aconcagua varía espacial y temporalmente correspondiendo en verano a las concentraciones mayores aumentando desde Chacabuquito a Desembocadura de clase 1 a clase 2.</p>	
<b>Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</b>	
<p><u>Al:</u> El aluminio en río Blanco varía de clase 2 a clase 4. En otoño y primavera se asigna clase 3 para todo el río. Invierno y verano presentan el mismo comportamiento aumentando a lo largo del río de clase 2 a 3 y de clase 3 a 4 respectivamente. En el río juncal solo varía temporalmente permaneciendo constante a lo largo del río en clase 2 en invierno y clase 3 en primavera, verano y otoño. En río Colorado varía de clase 2 a clase 4 a lo largo del año. En río Aconcagua en la parte alta permanece constante durante todo el año en clase 3 excepto en verano clase 4.</p> <p><u>As :</u> Todos los valores están en clase 0.</p> <p><u>Cd, Hg, Pb :</u> datos corresponden al límite de detección superior a la clase 0, no es posible el análisis.</p>	

**Tabla 5.1 (Continuación) : Análisis de los Parámetros de Calidad Actual**

<b>CUENCA RIO ACONCAGUA</b>	
<p><b>Sn:</b> El dato del muestreo puntual en primavera en el río Aconcagua clasifica en clase 2,3 y 4 aguas abajo de San Felipe, Romeral y Desembocadura respectivamente. En clase 4 en estero Los Loros.</p>	
<b>Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT</b>	
<p><b>CF:</b> En el río Aconcagua en verano se presentan valores con clase 1, aguas abajo de las plantas de tratamiento de Esval : Cordillera, Almendral y El Molino. En otoño se observa una disminución de los valores asignados a clase 0 y 1. Sin embargo después de la descarga de la planta el Molino, sector Quillota, se observa en otoño valores en clase 3. El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 1 para los ríos Blanco y Aconcagua excepto en Romeral en clase 0 , y estero Limache. En clase 2 en el estero Los Litres y en clase 4 en el estero Los Loros.</p>	
<p><b>CT:</b> clase 1 en periodo de invierno. El dato del muestreo puntual en primavera clasifica en clase 0 para los ríos Blanco y Aconcagua en Romeral, y Desembocadura. En clase 1 en el río Aconcagua aguas abajo de San Pedro y aguas abajo de San Felipe, y en el estero Limache antes del embalse Los Aromos. En clase 4 en los esteros Los Loros y Los Litres.</p>	

### 5.3 Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca

El análisis realizado en los acápite anteriores permite elaborar la tabla 5.2, en la cual se clasifican los distintos parámetros según la clase a la que pertenecen en un segmento específico.

Esta tabla integra todos los niveles de información disponibles. Esto implica que en el futuro, en la medida que se vaya extendiendo y mejorando la información de algunos parámetros la clase asignada para ellos podría sufrir modificaciones.

Para la asignación de clases se utiliza la información de mejor nivel (la de niveles inferiores se emplea como verificación).

Teniendo en cuenta lo anterior, el criterio de asignación es el siguiente:

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el periodo estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el periodo estacional más desfavorable
- Para aquellos parámetros que carecen de toda medición, se emplea como valor de referencia la mejor estimación teórica (información nivel 5). Estas estimaciones serán corroboradas y complementadas con datos puntuales obtenidos del muestreo realizado por el consultor, durante el desarrollo de éste proyecto (información nivel 4). Para la cuenca del río Aconcagua los parámetros muestreados son:  $\text{DBO}_5$ , Color, SD, SST,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CN}^-$ , F,  $\text{S}_2^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , Sn, CF, CT, algunos orgánicos y Plaguicidas.

**Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual**  
**Tabla 5.2a : Cauce Principal - Río Aconcagua**

Código segmento	Estaciones de calidad DGA	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
0541-AC-10	Aconcagua en Chacabuquito	CE , OD, pH, Cl, As, CF	Zn, DBO <sub>5</sub>	Mo, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SD	Fe	Al, Cu, Mn,	B, Cr total	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Zn, Al nivel 2, datos DGA.  Información nivel 2 , datos SAG en canal Hurtado Mo , SD.  Información nivel 3: datos de Kristal: CF, DBO <sub>5</sub> .
0541-AC-30	Aconcagua en San Felipe	CE , OD, pH, Cl, As, DBO <sub>5</sub>	Zn, CF	Mo, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,	Cu, Fe	Mn, Al, SST		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Zn, Al nivel 2, datos DGA:  Datos de ESVAL: CF, DBO <sub>5</sub> , SST (aguas arriba y aguas debajo de la planta de tratamiento Cordillera )

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Aconcagua: Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendedos, Coliformes Fecales, Sólidos Disueltos, Cloruro, Sulfato, Cobre, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Arsénico, Color Aparente, Cianuro, Nitrito, Estaño, Coliformes Totales.

**Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Aconcagua**

Código segmento	Estaciones de calidad DGA	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
0541-AC-30	Aconcagua aguas abajo de San Felipe	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , plaguicidas	CF, CT	Sn		SST		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT, pesticidas.
0541-AC-30	Bocatoma Piuquenito	CE, pH, As	DBO <sub>5</sub> , CF	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Mo, SD		Cu , SST		Otros parámetros seleccionados	Datos de ESVAL: CF, DBO <sub>5</sub> , SST (aguas arriba y aguas debajo de la planta de tratamiento El Almendral).  Información nivel 1 datos SAG: SDT. Los demás datos corresponden a una muestra anual (sep-98, jul-99).
0542-AC-10	Panquehue frente a Viña Errazuriz Panquehue	OD	DBO <sub>5</sub> , CF					Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos de Kristal

Plaguicidas: 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorotalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Aconcagua

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
0542-AC-30	Aconcagua en El Romeral	OD, pH, Cl, $\text{SO}_4^{2-}$ , Zn, SST, $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , CF, CT, As.	CE	Fe, Mn, Mo	Cu, Sn	Al		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 datos de DGA excepto información nivel 2: Mn, Al  Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, SST, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , Sn, CF, CT.
0542-AC-30	Aconcagua en Panamericana *	CE, pH, $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , Fe, $\text{DBO}_5$	CF	Cu				Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 1. Información nivel 3 datos de Kristal: $\text{DBO}_5$ , CF.
0542-AC-40	Frente a La Cruz Puente Lo Rojas	OD, $\text{DBO}_5$				CF		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos Kristal

**Tabla 5.2a (Continuación): Cauce Principal - Río Aconcagua**

Código Segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
0542-AC-50	Aconcagua en Puente Colmo **	OD, Cl, Zn, As	CE, $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{DBO}_5$	Mn, Fe, Mo	Al, Cu, CF	pH, SST		Otros parámetros seleccionados	Datos ESVAL: CF, $\text{DBO}_5$ , SST (aguas arriba y aguas abajo de la planta de tratamiento El Molino).  Información nivel 1 (otros) y nivel 2 (Mn, Zn, Al) datos DGA
0542-AC-50	Aconcagua aguas abajo de San Pedro	$\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, $\text{NH}_4^+$ , F, $\text{S}^{2-}$ , plaguicidas	CF, CT	$\text{NO}_2^-$	$\text{CN}^-$	SST	Sn	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, SST, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , Sn, CF, CT, plaguicidas.
0542-AC-60	Aconcagua en Desembocadura	CE, pH, Cl, As, SST, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , CT, aceites y grasas, detergentes SAAM, HAP, tetracloro-eteno, tolueno	OD, CF, $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, $\text{CN}^-$	Fe, Zn	Cu, Al, Índice de fenol	Mn, Sn	Mo	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos Kristal: CF, $\text{DBO}_5$ , OD en puente Con-Con Información nivel 1 DGA:  Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, SST, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , Sn, CF, CT, aceites y grasas, detergentes SAAM, HAP, tetracloroeteno, tolueno, índice de fenol

\*: suspendida desde 1985, \*\*: suspendida desde 2000, Kristal : Datos obtenidos de EIA Kristal-Homsi y Asociados .1996, SAG: datos obtenidos monitoreo SAG 1998-1999  
HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos; Plaguicidas: 2,4 D,. Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demeton, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina



**Tabla 5.2b (Continuación): Cauce Secundario - Río Blanco**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0540-BL-10	Río Blanco en canal Hidroeléctrica	pH, Cl <sup>-</sup> , As, DBO <sub>5</sub> , CF, SST	CE	Zn, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Mo, OD		Fe, Cu, Mn, Al		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos DGA estación suspendida Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , CF y SST
0540-BL-20	Río Blanco en río Blanco	OD, pH, Cl, As, color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CT	CE, CF	Fe, Mo, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , DBO <sub>5</sub>	Al	Cu, Mn, Zn	Sn	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Mn, Mo, nivel 2 datos DGA.  Información nivel 3 del SAG en Bocatoma hidroeléctrica Aconcagua se diferencia en las clases con datos de la DGA, para CE SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (clase 2),  Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT
0540-BL-20	Río Blanco Puente Ferroviario	CE, pH, As	SDT	Mo, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cu			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos SAG

**Tabla 5.2b (Continuación): Cauce Secundario - Río Blanco**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0540-BL-20	Río Blanco en Piscicultura	CE , pH, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , DBO <sub>5</sub> , CF, SST			Cu	Fe		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos DGA, estación suspendida. Información nivel 5 estimada por CADE -IDEPE para DBO <sub>5</sub> , CF y SST

SAG: datos obtenidos monitoreo SAG 1998-1999

**Tabla 5.2c: Cauce Secundario - Río Juncal**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0540-JU-10	Río Juncal en juncal	OD, pH, Cl <sup>-</sup> , Zn, As		CE, Fe, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cu, Mo,	Al	Mn		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 2 datos DGA, excepto Cl <sup>-</sup> y SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (nivel 3)
0540-JU-20	Juncal antes junta río Blanco	CE, OD, pH, Cl <sup>-</sup> , As, Zn, SD, DBO <sub>5</sub> , CF		Fe, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cu, Mn, Mo,	Al			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 datos DGA excepto Mn, Mo, Al, Zn (nivel 3) Corrobora datos SAG en Puente Crosby y Bocatoma hidroeléctrica Aconcagua, información nivel 3. Información nivel 5 estimada por CADE -IDEPE para DBO <sub>5</sub> , CF
0540-JU-30	Bocatoma Chacabuco Polpaico-Planta Los Quilos – Canal Los Quilos	CE, pH, As.		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Mo, SD	Cu			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 3 datos SAG.

SAG: datos obtenidos monitoreo SAG 1998-1999

**Tabla 5.2d: Cauce Secundario - Río Colorado**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0540-CO-20	Río Colorado en Colorado	CE, OD, pH, $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl-, As, Zn, $\text{DBO}_5$ , CF		Cu, Fe, Mn, Mo,	Al			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Mo, Zn, Al nivel 2, datos DGA. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para $\text{DBO}_5$ , CF

**Tabla 5.2e: Cauce Secundario - Río Putaendo**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0541-PU-10	Río Putaendo en resguardo Los Patos	CE, pH, OD, Cl, $\text{SO}_4^{2-}$ , Zn, As, $\text{DBO}_5$ , CF		Cu, Fe, Mn	Al			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Mo, Zn, Al. nivel 2, datos DGA. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para $\text{DBO}_5$ , CF
0541-PU-20	Río Putaendo en el Badén	CE, pH, Cl, $\text{SO}_4^{2-}$ , Fe, As, Zn, $\text{DBO}_5$ , CF, OD		Cu, Mn	Al			Otros parámetros seleccionados	Sólo existe un registro por parámetro, información DGA Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para $\text{DBO}_5$ , CF

**Tabla 5.2f : Cauce Secundario - Estero Quilpue**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0541-QU-10	Esteros Quilpue en Desembocadura	CE, OD, pH, Cl, As, Zn	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe	Al, Mn, Cu			Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Mo, Zn, Al nivel 2 , datos DGA .

**Tabla 5.2g : Cauce Secundario - Estero Pocuro**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0541-PO-10	Esteros Pocuro en el sifón	CE, OD, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Mn, Zn, As, DBO <sub>5</sub> , CF	Fe		Al		Mo, Cu	Otros parámetros seleccionados	Datos DGA Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , CF
0541-PO-20	Esteros Pocuro antes de río Aconcagua	CE, OD, pH, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , As, DBO <sub>5</sub> , CF		Zn	Mn, Fe, Cu	Al	Mo	Otros parámetros seleccionados	Datos DGA Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , CF

**Tabla 5.2h: Cauce Secundario - Estero Catemu**

Código segmentos	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0542-CA-10	Estero Catemu en Catemu	CE, OD, pH, Cl-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Zn, As		Cu, Fe, Mn	Al		Mo	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Zn, Al nivel 2, datos DGA.

**Tabla 5.2i: Cauce Secundario - Estero Los Litres**

Código segmento	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0542-LL-10	Estero Los Litres en Desembocadura	OD, pH, CE, Cl, As, Fe, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Cu, Mn	Al		Zn, Mo	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn nivel 2 y Al nivel 3, datos DGA.
0542-LL-10	Estero Los Litres antes río Aconcagua	OD, pH, CE, Cl, Zn, As, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , color, DBO <sub>5</sub> , aparente, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>		Cu, Mn, Fe, SST, CF	CN <sup>-</sup> , Al	CT	Mo, Sn	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 datos DGA, excepto Mn, Zn (nivel 2) y Al (nivel 3)  Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT.

Tabla 5.2j: Cauce Secundario - Estero Limache

Código segmentos	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0542-LI-10	Estero Limache antes embalse Los Aromos	pH, Cl, Zn, As, DBO <sub>5</sub> , color aparente, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> , S <sup>2-</sup>	CE, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Fe, SD, CF, CT	OD, Cu, Al	Mn, CN <sup>-</sup>		Mo, Sn	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 excepto Mn, Zn, Al nivel 2, datos DGA.  Zona agrícola  Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> , S <sup>2-</sup> , Sn, CF, CT

Tabla 5.2k: Cauce Secundario - Estero Los Loros

Código segmentos	Estaciones de calidad	Clases del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionado sin información	Observaciones
		0	1	2	3	4			
0542-LO-10	Estero Los Loros en Desembocadura	OD, pH, Cl-, Zn, As, color aparente, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{DBO}_5$	CE, Fe, Mn, Mo, SD, SST, $\text{NO}_2$	Cu	Al, Sn, CF, CT		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 1 datos DGA, excepto Mn, Mo, Zn, Al (nivel 2) Información nivel 4 muestreo puntual en primavera; $\text{DBO}_5$ , color aparente, SD, SST, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , Sn, CF, CT.

#### 5.4 Calidad Natural

En base al análisis estadístico de los parámetros de calidad de agua disponibles para este estudio, es posible inferir que la calidad natural de los ríos: Aconcagua, Juncal, Blanco, Colorado y Putaendo y de los esteros: Pocuro, Las Vegas, Catemu, Los Litres y Limache son en general de excelente calidad (Clase 0), con la sola excepción de los siguientes parámetros, que exceden la clase en algunos tramos de los cauces seleccionados: Cobre, aluminio, hierro, molibdeno, manganeso, zinc, conductividad eléctrica y sulfato.

En la Tabla 5.3 se identifican los parámetros que exceden la clase 0 en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Aconcagua, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.15.



**Tabla 5.3: Valores estacionales máximos de los parámetros en la cuenca del río Aconcagua**

Estación	Segmento	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Zn (mg/L)	Al (mg/L)
Río Juncal en Juncal	0540-JU-10	(877.7)	((368.5))	(20)	(3.87)	(0.21)	(0.02)		(4.78)
Río Blanco en río Blanco	0540-BL-20	(629.7)	(183.8)	3380	3.03	(0.45)	(0.17)	(0.13)	(2.97)
Río Colorado en Pte.Colorado	0540-CO-20			70	3.56	(0.20)	(0.02)		(5.51)
Río Aconcagua en Chacabuquito	0541-AC-10		150.4	1980	5.13	(0.41)	(0.02)	(0.12)	(5.20)
Río Aconcagua en Romeral	0542-AC-30	(607.4)		440	4.88	(0.13)	(0.02)		((5.17))
Río Aconcagua en Desembocadura	0542-AC-60	((573.9))	(134.8)	((340))	((4.40))	((0.51))	((<0.01))	((0.14))	((5.70))
Río Putaendo en el Badén	0541-PU-20			((50))	((0.73))	((0.20))			((1.11))
Estero Pocuro a/j río Aconcagua	0541-PO-20			((580))	((5.89))	((0.62))		((0.14))	((8.30))
Estero Limache antes Emb. Los Aromos	0542-LI-10	737,6	126,7	20	0,92	((0,43))	((<0,01))	(0,02)	((0,81))
Estero Catemu en Catemu	0542-CA-10	591,6	107,4	60	1,26	0,07	(<0,01)	(0,02)	2,62
Estero Los Litres antes río Aconcagua	0542-LL-10	649,5	117,1	96	1,03	((0,14))	(<0,01)	((<0,01))	((1,45))
Estero Los Loros (Vegas) en Desembocadura	0542-LO-10	383,5	146,9	440	4,88	(0,14)	((<0,01))	(0,07)	(5,17)
Estero Quilpue en Desembocadura	0541-QU-10		130.7	830	5.31	(0.41)			((4.98))

Valores sin paréntesis: Percentil 66% (información nivel 1); Valores con 1 paréntesis : Promedios (información nivel 2); Valores con 2 paréntesis : Promedios (información nivel 3)  
Fuente: Elaboración propia

De la inspección de la tabla, se infiere las siguientes conclusiones:

- El cobre, aluminio hierro y manganeso son parámetros que se encuentran presentes en todos los cauces de la cuenca.
- Los sulfatos, el molibdeno y la conductividad eléctrica se encuentran ampliamente distribuido en la Cuenca del Aconcagua.
- Los sulfatos no son detectados en el río Aconcagua Medio (San Felipe hasta Quillota).
- Los esteros situados en la parte baja de la cuenca se encuentran superando la clase de excepción en los parámetros más relevantes.
- El río Juncal así como el estero Los Loros, también presentan relativo a los otros una mayor cantidad de parámetros sobre la clase de excepción.

#### 5.4.1 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 20 (río Juncal en Juncal) a 3.380 µg/L (río Blanco en río Blanco), estos superan la clase de excepción en aproximadamente de 177 a 46.844 %.

La presencia de cobre en las aguas superficiales es de origen mixto. Por una parte tiene un origen natural, el cual se debería a la existencia de tres franjas metalogénicas (F11, F5 y F4 – Ver Mapa de Potencial de Generación Ácida en Anexo 4.3), las cuales por procesos de lixiviación de las aguas subterráneas y superficiales en sus filones mineralizados de las franjas adicionan el cobre a las aguas superficiales. Por otro lado, el origen antrópico del cobre se debe a los drenajes de aguas de mina y drenaje difuso de los depósitos de estériles de la Mina Andina de Codelco en el río Blanco.

#### 5.4.2 Aluminio

El aluminio detectado presenta valores comprendidos entre 0,81 a 8,30 mg/L, los cuales superan la clase de excepción en aproximadamente 1.057 a 11.757 %. Estos valores sin embargo no presentan problemas para ser utilizadas para riego irrestricto.

La presencia del aluminio disuelto se debería a dos factores combinados, las escorrentías de sedimentos compuestos principalmente de aluminico silicatos y el pH alto (7,4 a 8,6), los cuales forman naturalmente complejos de aluminio en solución.

Los aumentos puntuales de la concentración de aluminio se producen generalmente durante el derretimiento de nieves ácidas. Por otra parte, dado que la cantidad

de aluminio insoluble en suelos es grande, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes en aguas naturales cercanas.

#### 5.4.3 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,23 a 11 mg/L, estos superan la clase de excepción en aproximadamente 636 %, que sin embargo no constituyen ningún obstáculo para ser utilizado para riego.

La presencia de hierro se debería esencialmente a la litología (franjas metalogénicas F11, F5 y F4), las cuales por procesos de lixiviación superficial y subterránea de los minerales – piritita principalmente - adicionan hierro a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de hierro disuelto en todas los tributarios y curso principal.

Adicionalmente a lo anterior, los depósitos de material de descarte procedente de la minería constituyen fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales, las cuales toman su mayor relevancia cuando ocurren precipitaciones. La pequeña y mediana minería asociada a la cuenca presenta características irreversible, dadas por los drenajes de aguas de minas y el depósito de los materiales de descarte los cuales en su mayor parte no cuentan con un diseño de un sistema de disposición que permita la contención o tratamiento de la escorrentía de estos.

#### 5.4.4 Molibdeno

Los valores de molibdeno procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,01 a 0,17 mg/L, estos superan la clase de excepción en aproximadamente 2025 %, que sin embargo no constituyen ningún obstáculo para ser utilizado para riego. La aparición de molibdeno se debería esencialmente a la existencia de molibdeno que acompaña al cobre en las franjas metalogénicas F11, F4 y F5 (Ver Anexo 4.3) que le adicionan molibdeno a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de molibdeno disuelto en todos los tributarios y curso principal.

Adicionalmente a lo anterior, los depósitos de material de descarte procedentes de la minería constituyen fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales, las cuales toman su mayor relevancia cuando ocurren precipitaciones. La pequeña y mediana minería asociada a la cuenca presenta características irreversible, dadas

por los drenajes de aguas de minas y el depósito de los materiales de descarte los cuales en su mayor parte no cuentan con un diseño de un sistema de disposición que permita la contención o tratamiento de la escorrentía de estos.

#### 5.4.5 Manganeseo

El manganeso detectado presenta valores comprendidos entre 0,07 a 0,62 mg/L (Estación DGA Estero Pocuro), los cuales superan la clase de excepción en aproximadamente 1.450 %. Estos valores sin embargo no presentan problemas para ser utilizadas para riego. La presencia del manganeso se debe a dos fenómenos independientes: por una parte las actividades mineras desarrolladas en la subcuenca del río Blanco y al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Aconcagua, en la cual el acuífero recarga el curso superficial.

El manganeso presente naturalmente en los suelos y en rocas sedimentarias es lixiviado por las aguas subterráneas hasta que emergen desde la segunda sección de riego (San Felipe – Romeral) del Aconcagua incrementando el contenido de manganeso en la calidad del agua.

#### 5.4.6 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica detectada presenta valores comprendidos entre 383 a 878  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la cual supera la clase de excepción en la parte baja de la cuenca en aproximadamente 46 %. Estos valores sin embargo no presentan problemas para ser utilizadas para riego irrestricto.

La aparición de las sales se debe al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Aconcagua, en la cual el acuífero recarga el curso superficial. Las sales presentes en los suelos y rocas son lixiviadas por las aguas subterráneas las cuales afloran desde la segunda sección de riego hasta la desembocadura.

#### 5.4.7 Sulfatos

Los valores de sulfatos procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 107 a 369 mg/L (río Juncal en Juncal), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 208%, que sin embargo no constituyen ningún obstáculo para ser utilizado para riego.

Los sulfatos presentes en los tributarios altos y Aconcagua hasta San Felipe se debería a la lixiviación de piratas presentes en las rocas volcánicas – Andesitas – y por otra parte de las aguas de drenajes de minas y depósitos de materiales de descarte minero – tortas.

Los sulfatos de los esteros ubicados en la parte media baja del Aconcagua son aportados por las actividades mineras realizadas en los minerales de calizas, tanto en las descargas de aguas industriales y en la lixiviación de las pilas de materiales inertes los cuales irreversiblemente adicionan sulfatos a los cursos de agua superficiales y subterráneos. Esta lixiviación se manifiesta mayormente en las aguas subterráneas más que en las superficiales, lo cual queda ratificado porque en el tramo más bajo del río la concentración es mayor donde coincide la fuerte aparición de las aguas subterráneas.

#### 5.4.8 Estaño

Los valores de estaño procedentes del muestreo (Octubre 2003) indicaron valores por sobre la clase de excepción en los ocho puntos muestreados fluctúan entre los 10 y los 410 µg/L (río Aconcagua en desembocadura).

Si bien estos valores no son representativos de comportamientos de estaño en la cuenca, indican indicios de existencia de este elemento fuerte en la cuenca, los cuales tendrían su origen en actividades mixtas, tanto naturales por tratarse de surgencias de aguas subterráneas como procedentes de las actividades mineras.

#### 5.4.9 Sólidos Disueltos

El muestreo realizado en la cuenca para determinar ciertas orientaciones de concentración de sólidos disueltos, determinó que en el Estero Los Loros antes de la junta con el Aconcagua, se encontrarán concentraciones de SD en la clase 2 (544 mg/L). La presencia en este curso de agua se debe a su naturaleza subterránea de este estero, donde predominan iones que se cuantifican como sólidos disueltos.

La presencia está ligada muy fuertemente a la conductividad eléctrica explicada con anterioridad en el punto 5.4.6.

#### 5.4.10 Sólidos Suspendidos (SS)

El muestreo realizado para este estudio (Octubre 2003'), determinaron contenido de sólidos en suspensión aguas abajo de San Felipe de 193 mg/L que la posicionan como clase 4. Este valor por ser una muestra puntual sólo sirve para orientar o servir de antecedente de SS en este punto, el cual puede tener un origen antrópico por ser tomado aguas abajo de esta localidad.

#### 5.4.11 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del Aconcagua se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas, así como con los que posee el Servicio Agrícola y Ganadero y los Servicios de Salud, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados las compañías Mineras existentes en la cuenca.

El muestreo realizado demostró que el estaño se encuentra presente en los cinco cursos muestreados. Para poder valorar su presencia en todos los cursos se deberá agregar en el programa de monitoreo futuro.

Si bien el muestreo realizado en el Aconcagua demostró bajos valores para los sólidos suspendidos, se debe tener en cuenta que el río Aconcagua es el tercer río con mayor cantidad de sólidos en suspensión del país después del Maipo y el Bío Bío, con 1.152 ton/mes, por lo cual se debe agregar como un parámetro a monitorearse en el programa de monitoreo de la DGA.

#### 5.4.12 Conclusiones

La calidad natural del agua superficial de la cuenca está influenciada fuertemente por las siguientes características que explican la calidad natural del río Aconcagua y sus tributarios:

- La presencia de franjas metalogénicas (F11, F4 y F5) ricas en minerales que cortan en dirección norte sur a la cuenca, le confieren aportes geoquímicos relevantes a los cursos de agua superficiales y subterráneos que las atraviesan, especialmente los tributarios: Sobrante y Pedernal.
- La Cuenca del Aconcagua se caracteriza por presentar muchos afloramientos de acuíferos en el río, los que recargan las aguas superficiales a ciertos intervalos de distancia el río, por lo cual la calidad de las aguas en la parte alta de la cuenca - que está dominada por fenómenos superficiales -, no tiene una relación directa con la calidad del

río desde la segunda sección del río hacia abajo que está dominada por la calidad de las aguas subterráneas.

- La existencia de molibdeno y cobre en el estero Los Loros – Las Vegas - se debe a las descargas industriales de la Fundición Chagres.
- El cauce principal como sus tributarios tienen cualidades alcalinas (pH: 7,8 – 8,4).
- La calidad natural se caracteriza por encontrarse Cobre, Manganeseo y fierro en todos sus cursos de agua, tiene orígenes mixtos dado por las actividades mineras y por las lixiviaciones de aguas subterráneas y superficiales sobre las franjas metalogénicas que las atraviesan la cuenca longitudinalmente de sur a norte.
- Los ríos con calidad natural más desmejorada son los ríos Blanco y el Aconcagua en su parte baja. Los valores altos en el río Blanco se deberían a las actividades mineras de la Minera Andina de Codelco, las cuales provocan efectos irreversibles en algunos casos de la calidad del río Blanco. Por otra parte el Aconcagua en su desembocadura, es el resumidero de la calidad de todos los tributarios y cauce principal.

## 6. PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS

### 6.1 Establecimiento de Tramos

Como se definió en la Metodología, la unidad básica para la definición de la red fluvial es el segmento. De esta manera, toda la Base de Datos de la cuenca está referenciada a los segmentos.

La segmentación preliminar de la cuenca del río Aconcagua fue presentada en el capítulo 2. En este capítulo se presentan los tramos, los cuales se forman por la sumatoria de segmentos adyacentes. El tramo se caracteriza por tener una misma clase de calidad objetivo a lo largo de toda su extensión.

En la siguiente tabla se presentan los tramos utilizados en la caracterización de calidad de los cauces de la cuenca.



**Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Aconcagua**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Blanco	0540 - BL - 10	BL-TR-10	De: Naciente río Blanco Hasta: Est. DGA río Blanco en canal hidroeléctrica
	0540 - BL - 20	BL-TR-20	De: Est. DGA río Blanco en canal hidroeléctrica Hasta: Confluencia río Juncal
Río Juncal	0540 - JU - 10	JU-TR-10	De: Naciente río Juncal Hasta: Confluencia río Blanco
	0540 - JU - 20		
	0540 - JU - 30	JU-TR-20	De: Confluencia río Blanco Hasta: Confluencia río Colorado
Río Colorado	0540 - CO - 10	CO-TR-10	De: Naciente río Colorado Hasta: Confluencia río Juncal
	0540 - CO - 20		
Río Aconcagua	0541 - AC - 10	AC-TR-10	De: Confluencia río Colorado Hasta: Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito
	0541 - AC - 20	AC-TR-20	De: Est. DGA río Aconcagua en Chacabuquito Hasta: Confluencia río Putaendo
	0541 - AC - 30		
	0542 - AC - 10	AC-TR-30	De: Confluencia río Putaendo Hasta: Confluencia estero Los Litres
	0542 - AC - 20		
	0542 - AC - 30		
	0542 - AC - 40	AC-TR-40	De: Confluencia estero Los Litres Hasta: Desembocadura
	0542 - AC - 50		
	0542 - AC - 60		
Río Putaendo	0541 - PU - 10	PU-TR-10	De: Naciente río Putaendo Hasta: Confluencia estero Quilpué
	0541 - PU - 20		

**Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del Aconcagua**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Estero Pocuro	0541 - PO - 10	PO-TR-10	De: Naciente estero Pocuro Hasta: Confluencia río Aconcagua
	0541 - PO - 20		
Estero Quilpué	0541 - QU - 10	QU-TR-10	De: Naciente estero Quilpué Hasta: Confluencia río Aconcagua
	0541 - QU - 20		
Estero Catemu	0542 - CA - 10	CA-TR-10	De: Naciente estero Catemu Hasta: Confluencia río Aconcagua
Estero Los Loros	0542 - LO - 10	LO-TR-10	De: Naciente estero Los Loros Hasta: Confluencia río Aconcagua
Estero Los Litres	0542 - LL - 10	LL-TR-10	De: Naciente estero Los Litres Hasta: Confluencia río Aconcagua
Estero Limache	0542 - LI - 10	LI-TR-10	De: Naciente estero Limache Hasta: Est. DGA estero Limache antes embalse Los Aromos
	0542 - LI - 20	LI-TR-20	De: Est. DGA estero Limache antes embalse Los Aromos Hasta: Confluencia río Aconcagua

En la lámina 1940-ACO-02 se ilustra la ubicación de los segmentos que dan origen a los tramos y en la lámina 1940-ACO-03 se presenta la calidad objetivo por tramo.

## 6.2 Asignación de Clases Objetivos

En la tabla 6.2 que se muestra se identifican los tramos de los cauces seleccionados con la siguiente información:

- *Clase de uso más exigente*, que se establece a partir de la información de la tabla 3.6 del capítulo 3.2.
- *Clase actual más característica*, que corresponde a la clase de calidad de agua del IP que agrupa la mayor parte de los valores de los parámetros, representados por sus estadígrafos. Para éste efecto se selecciona la clase de tal modo que queden no más del 10% de los parámetros con valores excedidos.
- *Clase Objetivo del tramo*, que corresponde al perfil dado por las clases de calidad de agua correspondientes a cada parámetro, valores a lograr en un futuro cercano, entendido como el plazo de validez de la calidad objetivo asignada. En principio este perfil considera que hay parámetros determinados por las características naturales de la cuenca o subcuenca, mientras que otros están condicionados, en distintos grados, por las acciones antrópicas. En particular los parámetros afectados por aguas servidas son corregidos y asignados a clase 0, ya que ellos corresponden a acciones que se espera corregir dentro del plazo de validez de la calidad objetivo definida en este informe. En otros casos se analiza el comportamiento del parámetro en función del conocimiento de la cuenca o subcuenca, ya sea a través de los factores incidentes o por evidentes acciones perturbadoras, a fin de dilucidar si es mejorable o no la calidad respecto de dicho parámetro. Aún así, cabe señalar que en la mayoría de los parámetros ajenos a las aguas servidas no existe suficiente información para establecer que parte del valor medido corresponde a efectos antrópicos y cuál a situaciones naturales, de tal modo que no se modifica su asignación de la clase actual. Para aquellos parámetros que no exista información se establece que la Calidad Objetivo será la definida genéricamente. Para el grueso de los parámetros se trata de mejorar o al menos mantener la calidad natural del agua.
- *Excepciones en el tramo*, corresponde a los parámetros cuyos estadígrafos muestran que sus valores corresponden a clases de calidad distinta de la objetivo, ya sea con calidades mejores o peores. En cada situación se indican los parámetros con la clase correspondiente. Se ha considerado que estos parámetros tendrán las clases que por condiciones naturales le corresponden.

- *Parámetros seleccionados que requieren más estudios*, donde se incluyen los que tengan escasa o nula información, como asimismo los que por límites de detección de las mediciones existentes presentan problemas para su asignación de clases. Algunos de ellos no disponen de información de tal modo que la asignación de clase objetivo deberá ser ratificada con monitoreos posteriores.

**Tabla 6.2: Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Blanco	BL-TR-10	--	--	--	No hay	2	2	0	pH, Cl, As, SST, DBO <sub>5</sub> , CF	Otros parámetros seleccionados
								1	CE	
								3	--	
								4	Fe, Cu, Mn	
	BL-TR-20	Clase 2	(*)	Clase 1 a 3	2	2	2	0	pH, color, DBO <sub>5</sub> , CF, SST, Cl, As, OD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CT	Otros parámetros seleccionados
								1	SD, CE	
								3	Al	
								4	Fe, Cu, Mn, Zn	
Río Juncal	JU-TR-10	--	--	--	No hay	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	CE, Fe, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Cu, Mo	
								3	Al	
								4	Mn	
	JU-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	1	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Mo, SD	
								3	Cu	
								4	--	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Aconcagua: Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendedos, Coliformes Fecales, Sólidos Disueltos, Cloruro, Sulfato, Cobre, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Arsénico, Color Aparente, Cianuro, Nitrito, Estaño, Coliformes Totales.

**Tabla 6.2 (Continuación) : Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Colorado	CO-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	1	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Fe, Mn, Mo	
								3	Al	
								4	--	
Río Aconcagua	AC-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	CE, OD, pH, Cl, As, DBO <sub>5</sub> , CF	Otros parámetros seleccionados
								1	Zn	
								3	Fe	
								4	Al, Cu, Mn	
	AC-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	CE, OD, pH, Cl, As, DBO <sub>5</sub> , CF, CT, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , plaguicidas	Otros parámetros seleccionados
								1	Zn	
								3	Fe	
								4	Cu, Mn, Al, SST	

Plaguicidas: 2,4 D, Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclofop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

**Tabla 6.2 (Continuación): Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Aconcagua (continuación)	AC-TR-30	--	(*)	Clase 1 a 3	1	1	1	0	OD, pH, Cl, $\text{SO}_4^{2-}$ , As, Zn, $\text{DBO}_5$ , CF, CT, SST, SD, color, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$	Otros parámetros seleccionados
								2	Fe, Mn, Mo	
								3	Cu, Sn	
								4	Al	
	AC-TR-40	--	--	Clase 1 a 3	2	2	2	0	Cl, As, $\text{DBO}_5$ , CF, CT, color, $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , F, $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ , Aceites y grasas, SAAM, plaguicidas, tetracloroetano, tolueno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, Cl, As	Otros parámetros seleccionados
								1	CE, OD, $\text{SO}_4^{2-}$ , color, SD	
								3	Al, Cu, Índice de fenol, $\text{CN}^-$	
								4	pH, SST, Mn, Sn	

Plaguicidas: 2,4 D., Aldicarb, Atrazina + N-dealkyl metabolitos, Captan, Carbofurano, Clorothalonil, Cyanazina, Demetón, Diclótop-metil, Dimetoato, Paration, Pentaclorofenol, Simazina, Trifluralina

**Tabla 6.2 (Continuación): Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Putaendo	PU-TR-10	--	--	--	No hay	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Fe, Mn	
								3	Al	
								4	--	
Estero Pocuro	PO-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	1	0	0	1	Fe	Otros parámetros seleccionados
								2	--	
								3	Al	
								4	--	
	PO-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	1	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Zn	
								3	Cu, Fe, Mn	
								4	Al	



**Tabla 6.2 (Continuación): Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Estero Quilpué	QU-TR-10	--	--	--	No hay	0	0	1	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Otros parámetros seleccionados
								2	Fe	
								3	Cu, Mn, Al	
								4	--	
Estero Catemu	CA-TR-10	--	(*)	--	No hay	0	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Fe, Mn	
								3	Al	
								4	--	
Estero Los Loros	LO-TR-10	--	--	--	No hay	2	2	0	OD, pH, Cl, DBO <sub>5</sub> , CF, CT, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN, F, S <sup>2-</sup>	Otros parámetros seleccionados
								1	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
								3	Cu	
								4	Al, Sn	

**Tabla 6.2 (Continuación): Requerimientos de Calidad según Usos del Agua en la Cuenca del río Aconcagua**

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase de uso más exigente	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Estero Los Litres	LL-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	1	1	1	0	OD, pH, Cl, DBO <sub>5</sub> , CF, CT, SD, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, S <sup>2-</sup> , As, Zn	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Fe, Mn, SST	
								3	CN <sup>-</sup> , Al	
								4	--	
Estero Limache	LI-TR-10	--	--	--	No hay	1	1	0	pH, Cl, DBO <sub>5</sub> , CF, SST, color, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , As, Zn	Otros parámetros seleccionados
								2	OD, Cu, Al	
								3	CN, Mn	
								4	--	
	LI-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	1	--	1 (ver nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

(\*) No se asignan clases de calidad a la biodiversidad por falta de antecedentes respecto de la relación biodiversidad-habitat en los segmentos correspondientes.

Nota: Se le asigna la misma clase objetivo que la del tramo LI-TR-10 (tramo anterior), por el principio de solidaridad y continuidad.

### 6.3 Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo

Con el fin de presentar el Grado de cumplimiento de la Calidad Objetivo, se elabora para cada uno de los parámetros seleccionados de la cuenca del río Aconcagua, una tabla que contiene la siguiente información:

- Nombre de la Estación de Monitoreo
- Valor estacional del parámetro
- Clase asignada estacionalmente
- Tramo en el que se ubica la estación de monitoreo
- Clase Objetivo del Tramo (obtenida desde Tabla 6.2)
- Valor del parámetro según el Instructivo para la Clase Objetivo del Tramo

Las tablas generadas en este punto, para la cuenca del río Aconcagua se presentan en el anexo 6.1.

## 7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

### 7.1 Indice de Calidad de Agua Superficial

#### 7.1.1 Antecedentes

La aplicación del ICAS para esta cuenca, se realiza según lo propuesto en la metodología.

El ICAS de la cuenca del Aconcagua, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 9 parámetros que han sido seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros relevantes son:

- Sólidos Disueltos
- Cloruro
- Sulfato
- Cobre
- Hierro
- Manganeseo
- Molibdeno
- Zinc
- Aluminio
- Arsénico
- Coliformes Totales

Debido a que 2 de los parámetros seleccionados (Sólidos disueltos, y coliformes totales), han sido estudiados en monitoreos realizados a zonas específicas de la cuenca por lo que sería de gran utilidad incorporarlos en el futuro al ICAS, en este momento no se considerarán, debido a la escasez de información para el resto de la cuenca.

## 7.1.2 Estimación del ICAS

Los resultados que se muestran en la tabla adjunta, son una estimación basada en la información de calidad de agua que se presenta en éste documento. Para aquellos parámetros obligatorios de los cuales no se dispone de información se utiliza para ciertas estaciones críticas de la cuenca información nivel 4 (muestreo descrito en el punto 4.2.3) y para las restantes, información nivel 5 (estimaciones realizadas por el consultor).

**Tabla 7.1: Índice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Actual**

Estación de Muestreo	ICAS
Aconcagua en Chacabuquito	82
Aconcagua en San Felipe	83
Aconcagua en Romeral	92
Aconcagua en Panamericana	86
Aconcagua en pte Colmo	89
Aconcagua en Desembocadura	95
Putando en Resguardo Los Patos	89
Putando en El Baden	85
Colorado en Colorado	86
Colorado a/j Aconcagua	86
Blanco en Blanco	88
Blanco en Piscicultura	81
Blanco en Canal Hidroeléctrica	77
Juncal a/j Blanco	86
Juncal en Juncal	85
Est Litre a/j Aconcagua	90
Est Litre en Desembocadura	90
Pocuro en el Sifón	89
Pocuro a/j Aconcagua	84
Est Catemu en Catemu	87
Est Limache a/j Embalse Los Aromos	94
Est Las Vegas en desembocadura	82
Est Quilpué en desembocadura	76

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Aconcagua presenta variaciones de su calidad, decreciendo hacia aguas abajo. En las partes altas, la calidad es Buena, mientras que en las zonas medias y bajas varía de Buena a Regular. La memoria de cálculo de la tabla se encuentra en anexo 7.1.

### 7.1.3 Estimación del ICAS objetivo

El Índice de Cumplimiento se basa en la estimación de un ICAS para la calidad objetivo asignada a cada tramo del río. La clase objetivo asignada a los segmentos donde se ubican las estaciones de muestreo aparece en la siguiente tabla:

**Tabla 7.2: Clases Objetivos para cada Estación de Muestreo**

Estación de Muestreo	Clase Objetivo
Aconcagua en Chacabuquito	2
Aconcagua en San Felipe	2
Aconcagua en Romeral	1
Aconcagua en Panamericana	1
Aconcagua en pte Colmo	2
Aconcagua en Desembocadura	2
Putando en Resguardo Los Patos	0
Putando en El Baden	0
Colorado en Colorado	0
Colorado a/j Aconcagua	0
Blanco en Blanco	2
Blanco en Piscicultura	2
Blanco en Canal Hidroeléctrica	2
Juncal a/j Blanco	0
Juncal en Juncal	0
Est Litre a/j Aconcagua	1
Est Litre en Desembocadura	1
Pocuro en el Sifón	0
Pocuro a/j Aconcagua	0
Est Catemu en Catemu	0
Est Limache a/j Embalse Los Aromos	1
Est Las Vegas en desembocadura	2
Est Quilpué en desembocadura	0

El cumplimiento de los valores de la clase objetivo por todos los parámetros permite el cálculo de un nuevo ICAS. Para ello, se consideran todos los parámetros que exceden el valor correspondiente a la clase objetivo y que son de origen antrópico. Partiendo de la premisa que es factible lograr el cumplimiento de la clase objetivo, se recalcula el ICAS tal como se muestra en la tabla 7.3.

**Tabla 7.3: Índice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Objetivo**

Estación de Muestreo	ICAS
Putando en el Baden	88
Litre a/j Aconcagua	92
Litre en desembocadura	92
Est Catemu en Catemu	88
Est Las Vegas en desembocadura	88
Est Quilpué en desembocadura	86

Sólo se realizaron las estimaciones correspondientes a las estaciones de muestreo en que será necesario implementar una estrategia de cumplimiento. Las memorias de cálculo para el ICAS de calidad objetivo se encuentran en el anexo 7.2.

## 7.2 Zonas de Dilución

Por zona de dilución (también denominada “mixing zone” o zona de mezcla), se entiende el volumen, área o zona donde se produce la dilución de uno o más compuestos o elementos en el cuerpo receptor provenientes de las descargas de residuos líquidos de establecimientos emisores. Para el caso de los cauces superficiales, dicha zona será determinada por la Dirección General de Aguas.

Como resultado del acucioso examen de la literatura técnica y experiencia internacional, se propone a la DGA los criterios para la determinación de zonas de dilución, los cuales deben ser aplicados caso a caso. En primer término, se describen las condiciones generales que debe cumplir una zona de mezcla y, a continuación, se establecen algunos criterios específicos para su determinación. Dado que el establecimiento de zonas de dilución debe ser estudiado para cada caso particular, los criterios generales que aquí se describen tienen el carácter de una guía metodológica.

### 7.2.1 Criterios generales para la definición de una zona de dilución

Con el objeto que los usos del agua en la cuenca no se vean deteriorados, se deben aplicar los siguientes criterios generales en relación a las zonas de dilución:

- a) La zona de mezcla debe ser tan pequeña como sea posible de modo que su tamaño o forma no cause o contribuya al deterioro de los usos del agua fuera de ella.
- b) La zona de mezcla debe ser diseñada de modo que permita una zona de paso para el movimiento o rumbo de todas las etapas de la vida acuática.

- i) para aquellos elementos que tienden a la anulación de la vida acuática, la zona de mezcla no debe ocupar más de una parte de la sección de escurrimiento del río (criterios geométricos), de modo que la zona de mezcla no actúe como una barrera física que impida el paso de la vida acuática.
  - ii) La zona de mezcla no debe ser agudamente letal a la vida acuática que pasa por la zona de mezcla (criterios ecotóxicos).
  - iii) Las zonas de mezcla no deben interferir con las rutas migratorias que son esenciales a la reproducción, crecimiento o sobrevivencia de especies acuáticas
  - iv) Las zonas de mezcla no deben causar consecuencias irreversibles a organismos vegetales y animales o incrementar la vulnerabilidad a la depredación.
  - v) Donde existen dos o más zonas de mezclas muy próximas, ellas deben ser definidas de modo que exista una ventana de paso a la vida acuática.
  - vi) Las zonas de mezcla no deben interceptar las desembocaduras de ríos o la intersección de cauces.
- c) Las zonas de mezcla no deben interferir con tomas para agua potable o áreas de recreación que permitan la natación.
- d) Se deben tomar precauciones en el caso que la calidad objetivo ya se encuentre naturalmente sobrepasada en la situación sin proyecto, y no se vislumbren mecanismos de compensación.

#### 7.2.2 Normativa chilena vigente

El Decreto N° 90 del 30 de mayo de 2000 establece las Normas de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos de Aguas Continentales Superficiales.

Previo a la definición de una zona de dilución, debe verificarse que, en el extremo de la cañería de descarga ("end of pipe"), se cumplan los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos según se establece en la Tabla N° 1 de la citada Norma.



Las fuentes emisoras podrán aprovechar la capacidad de dilución del cuerpo receptor, incrementando las concentraciones límites establecidas en la tabla N°1, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C_i = T_{li} \times (1 + d)$$

en que:

$C_i$  : límite máximo permitido para el contaminante i

$T_{li}$  : límite máximo permitido establecido en la Tabla N° 1 para el contaminante i

d : tasa de dilución del efluente vertido, igual a la razón entre el caudal disponible en el cuerpo receptor y el caudal medio mensual del efluente vertido

Si  $C_i$  es superior a lo establecido en la Tabla N° 2, entonces el límite máximo permitido para el contaminante i será indicado en dicha Tabla.

### 7.2.3 Condiciones hidráulicas del cuerpo receptor

Dentro de las variables que permiten predecir el proceso de mezcla de un efluente están las condiciones hidráulicas del río, caracterizadas por el caudal, altura, velocidad y tipo de régimen de escurrimiento. Todas ellas están interrelacionadas entre sí, siendo el caudal la variable fundamental que condiciona el resto.

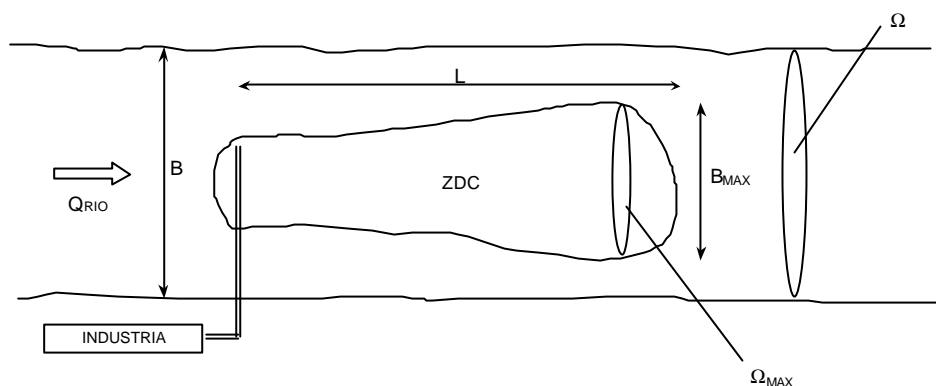
Siendo el caudal una variable aleatoria con fuertes variaciones durante el año y entre diferentes años hidrológicos, el cálculo hidrodinámico del proceso de mezcla requiere la consideración de diferentes escenarios según varía el caudal del río.

Las instalaciones para el tratamiento de efluentes son típicamente diseñadas para cumplir los objetivos de calidad de agua para caudales tan bajos como el correspondiente al caudal medio mínimo en un período de 7 días consecutivos que ocurre una vez en 2 años ó en 10 años ( $7Q_{10}$ ) y para caudales tan altos como el caudal medio diario de una crecida con período de retorno de 10 años. El tiempo entre ocasiones en que los objetivos de calidad de agua son excedidos será mayor que 2 ó 10 años porque la probabilidad conjunta de máxima descarga y mínimo caudal es menor.

Corresponde a la DGA definir el valor del caudal de dilución para el caso particular de la descarga analizada. El criterio establecido por la DGA es que el caudal de dilución debe corresponder al caudal ecológico, por ser éste el mínimo disponible después de ser extraídos todos los derechos, lo que corresponde al escenario más desfavorable. En los cauces sin caudal ecológico establecido, se deberá realizar un análisis hidrológico que permita la definición del caudal de dilución.

#### 7.2.4 Criterios geométricos para definir la zona de dilución

Dentro de los criterios generales (ver 7.2.1 b) i) se establece que la zona de mezcla no debe ocupar más que una parte de la sección de escurrimiento del río para permitir el tránsito de las especies acuáticas.



$$B_{MAX} < B/4$$

$B_{MAX} / \Omega_{MAX}$  : ancho/sección de la

$$\Omega_{MAX} < \Omega/4$$

zona de mezcla al momento de  
cumplirse la calidad objetivo

De la experiencia internacional recabada, es claro que la tendencia general es la de analizar cada caso en particular, aún cuando pueden establecerse dimensiones máximas de referencia para las zonas de mezcla. En este sentido, el criterio geométrico más aceptado para el caso de los ríos es limitar la sección transversal de la zona de mezcla de manera que no supere el 25% de la sección transversal de escurrimiento. En el caso que la temperatura del efluente es mayor que la temperatura natural del agua, las descargas de efluentes tenderán a ser positivamente boyantes (es decir, tienden a salir a la superficie), de modo que si la descarga se realiza desde el fondo, la mezcla completa en la vertical se alcanzará en forma relativamente rápida. De esta forma, el criterio de un máximo de 25% de la sección transversal de escurrimiento puede asimilarse a establecer que el ancho de la zona de mezcla no supere el 25% del ancho medio de escurrimiento en el río.

Respecto a la definición de la longitud L de la zona de mezcla, no existen criterios explícitos a nivel internacional e incluso, en algunos países, no se la menciona. Como valor de referencia, se propone considerar que la longitud máxima L varíe entre 20 y 100 anchos de escurrimiento (B).

### 7.2.5 Criterios matemáticos (Modelación de la pluma efluente)

El comportamiento de la descarga de efluentes en un cauce superficial está gobernado por la interacción entre el cuerpo de agua receptor y las características de la descarga, lo que puede conceptualizarse como un proceso de mezcla continuo que ocurre en dos zonas separadas: la zona interior o cercana a la descarga y la zona exterior o lejana a la misma.

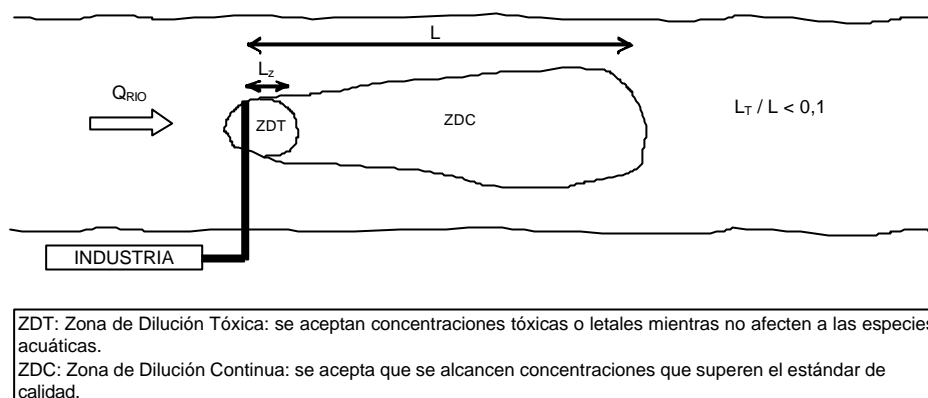
Los criterios geométricos de definición de una zona de dilución constituyen una referencia de carácter general, lo que no reemplaza el cálculo hidrodinámico del proceso de mezcla. Con el objeto de conocer la dilución que se genera en la zona cercana y en la zona lejana, se debe llevar a cabo un análisis matemático complejo que requiere el empleo de un modelo de computación.

Se recomienda el modelo CORMIX el cual fue elaborado en conjunto por la EPA y la Universidad de Cornell. Es un programa específicamente diseñado para el análisis de difusores de boquillas múltiples.

### 7.2.6 Criterios ecotóxicos

En el caso que la descarga contenga agentes tóxicos, la autoridad deberá evaluar cuidadosamente si define o no una zona de mezcla, ya que la dilución en un cuerpo de agua no reemplaza el tratamiento del efluente antes de que éste sea vertido. Para un parámetro o conjunto de ellos, es preciso distinguir entre toxicidad aguda (de corto plazo) y toxicidad crónica (de largo plazo). El estándar agudo corresponde a un valor que no será excedido por la concentración en una muestra única, o en el promedio de las muestras recolectadas en un día. En tablas de estándares internacionales, el estándar agudo se expresa usualmente como la concentración de un parámetro que es letal al 50 % de cierto organismo (LC-50) durante un período de tiempo definido (96 horas). Por su parte el estándar crónico es el valor que no será excedido por la concentración de una muestra única o del promedio calculado en un período de 30 días.

En caso que justificadamente no se pueda alcanzar el límite de concentración tóxica aguda antes de la descarga, ésta deberá alcanzarse dentro de los límites de la zona de dilución tóxica (ZDT).



Si la zona de dilución tóxica no pueda ser confinada a las inmediaciones de las boquillas de descarga, la ZDT no debe extenderse más allá que el valor mínimo entre los 3 valores siguientes definidos por la US EPA: 50 veces el diámetro de la(s) boquilla(s) de descarga, 5 veces la altura de escurrimiento en estiaje, y el 10% de la longitud aceptada para la zona de mezcla. En relación a concentraciones con efecto crónico; se recomienda alcanzar el límite de concentración crónica dentro de los límites de la zona de dilución continua (ZDC). Los criterios anteriores son referenciales, y dependerá de la autoridad definir el nivel de confinamiento de dicha zona tóxica en función del contaminante.

### 7.3 Programa de Monitoreo Futuro

La base del programa de monitoreo futuro (estándar) considera que su objetivo es la verificación de la norma secundaria y que las mediciones se efectuarán como complemento de la actual red de monitoreo de la DGA, situación que se materializa en definir los parámetros adicionales en cada estación existente y en agregar otras estaciones, si es estrictamente necesario, cuya localización se describe a continuación. La metodología se encuentra descrita en la sección correspondiente y abarca desde la toma de muestras hasta el tratamiento de la información.

En conformidad a lo dispuesto en el Instructivo la frecuencia mínima de muestreo corresponderá a los cuatro periodos estacionales: Verano, Otoño, Invierno y Primavera.

**Tabla 7.4 : Programa de Monitoreo Futuro**

Segmento	Estaciones de monitoreo	Estación de calidad DGA	Parámetros	Frecuencia
0540-BL-30	Blanco en Blanco	Vigente	Seleccionados	Mínima
0541-AC-20	Aconcagua aguas abajo de San Felipe	Vigente	Seleccionados	Mínima
0541-PO-30	Estero Pocuro en a/j Aconcagua	Suspendida	Seleccionados	Mínima
0542-LO-10	Estero Las Vegas o Los Loros a/j Aconcagua	Vigente	Seleccionados	Mínima
0542-LL-10	Estero Los Litres a/j Aconcagua	Suspendida	Seleccionados	Mínima
0542-AC-50	Aconcagua aguas abajo de San Pedro	No	Seleccionados	Mínima
0542-LI-10	Estero Limache antes del Embalse	Vigente	Seleccionados	Mínima
0542-AC-60	Aconcagua en Desembocadura	Vigente	Seleccionados	Mínima

#### 7.4 Sistema de Información Geográfico

La Base de Datos que ha sido integrada al SIG es representada en las siguientes láminas:

- 1940-ACO-01: Usos del suelo
- 1940-ACO-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-ACO-03: Calidad objetivo

## 7.5 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	<a href="http://www.bcn.cl/pags/regional/cont/pags/20001227160506.html">www.bcn.cl/pags/regional/cont/pags/20001227160506.html</a>
2.2	Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. 1987. Balance Hídrico de Chile.
2.3	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. 2002. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000
2.4	<a href="http://povi.org/chile.htm">http://povi.org/chile.htm</a>
2.5	MOP DGA Ingendesa "Estudio y Modelo de Simulación Hidrogeológico zona de desembocadura del río Aconcagua". 1987.
2.6	Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.7	R & Q Ingeniería Ltda. 1993. Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana. Dirección General de Aguas, Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos.
2.8	Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile, 1999. Ediciones Lom
2.9	Gajardo, Rodolfo. 1994. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. Conaf. Primera Edición.
2.10	<a href="http://www.censo2002.cl">http://www.censo2002.cl</a>
2.11	EDITEC Ltda. 2003. Compendio de Minería Chilena
2.12	CONAF - CONAMA. Catastro de Bosque Nativo
2.13	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. VI Censo Nacional Agropecuario. 1997.
3.1	DGA, Estudio de Síntesis de Catastros de usuarios de agua e infraestructura de aprovechamiento, 1991.
3.2	DGA, Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile, 1996.
3.3	CNR, Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, 1982.
5.1	U. de Chile-SISS. Análisis de presencia de contaminantes no controlados en agua potable. 2001