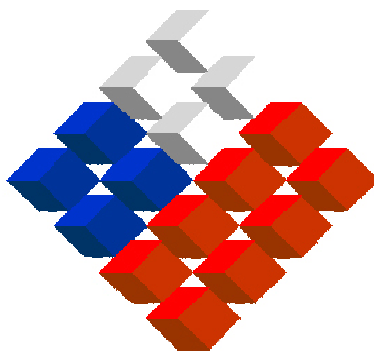




GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

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

CUENCA DEL RIO VALDIVIA

DICIEMBRE 2004

CADE-IDEPE
CONSULTORES EN INGENIERIA

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	3
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar	3
2.2	Sistema Físico - Natural	5
2.2.1	Clima	5
2.2.2	Geología y volcanismo	6
2.2.3	Hidrogeología	8
2.2.4	Geomorfología.....	9
2.2.5	Suelos	10
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Valdivia.....	11
2.3.1	Flora terrestre y acuática	11
2.3.2	Fauna acuática	15
2.4	Sistemas Humanos.....	18
2.4.1	Asentamientos humanos	18
2.4.2	Actividades económicas	18
2.5	Usos del Suelo	19
2.5.1	Uso agrícola.....	19
2.5.2	Uso forestal.....	19
2.5.3	Uso urbano.....	20
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	20
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE 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

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas a Cursos de Agua	31
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	31
3.3.2	Residuos Industriales Líquidos	35
3.4	Datos de Calidad de Aguas	39
3.4.1	Fuentes de Información	39
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	40
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	42
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	42
4.1.1	Análisis por estación	42
4.1.2	Conclusiones	51
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	52
4.2.1	Selección de parámetros	52
4.2.2	Análisis de tendencia central	55
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	67
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	68
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	69
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	76
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	85
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	85
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	92
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	94
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	102
5.4.1	Conductividad eléctrica	103
5.4.2	RAS	103
5.4.3	Cloruro	103
5.4.4	Sulfatos	104
5.4.5	Boro	104
5.4.6	Cobre	104

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.7	Cromo	105
5.4.8	Manganeso.....	105
5.4.9	Aluminio	105
5.4.10	Mercurio	106
5.4.11	Falencias de información.....	106
5.4.12	Conclusiones.....	106
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	108
6.1	Establecimiento de Tramos	108
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	109
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	117
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	118
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial	118
7.1.1	Antecedentes.....	118
7.1.2	Estimación del ICAS	118
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	119
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	120
7.3	Sistema de Información Geográfico	123
7.4	Referencias	123

ANEXOS

Anexo 3.1 :	Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Valdivia
Anexo 3.2 :	Base de Datos Depurada (Archivo Magnético)
Anexo 4.1 :	Tendencia Central
Anexo 4.2 :	Base de Datos Integrada (Archivo Magnético)
Anexo 6.1 :	Asignación de Clase Actual y Objetivo Cuenca del Río Valdivia
Anexo 7.1:	Indice de Calidad Actual Cuenca del Río Valdivia
Anexo 7.2 :	Indice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Valdivia

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

En la Zona Central de Chile, la hoya del río Valdivia forma parte de la X Región de Los Lagos y es la primera que se genera más allá de la línea de frontera con Argentina, constituyendo, por lo tanto, una hoya calificada como trasandina.

Se caracteriza fundamentalmente por contener, en su curso alto, una cadena de grandes lagos dispuestos en serie. La extensión total de la cuenca es de 10.275 km².

Dos grandes ríos concurren a formar el río Valdivia en la ciudad del mismo nombre, a 15 km. del mar: el Calle Calle, que es el más importante y proviene del oriente, y el Cruces que se genera enteramente en territorio nacional y proviene del norte, constituyendo una subcuenca preandina.

El río Calle Calle es el resultado de un complejo sistema fluvio-lacustre, en el que las aguas, especialmente de lluvias, son reguladas en los lagos andinos, originando un caudal abundante y relativamente uniforme durante todo el año.

El Calle Calle se origina de la junta de los ríos San Pedro y Quinchilca, 8 km. aguas arriba de la ciudad de Los Lagos, siendo el primero de ellos el emisario del lago Riñihue.

El Lago Riñihue es el último de una cadena de lagos que tiene la siguiente trayectoria: se origina en el extremo poniente del lago Lacar con el nombre de río Huahum, cruza la frontera en el paso Huahum para caer luego en el extremo suroriental del lago Pirehueico, que tiene, igual que el lago Lacar que le antecede, una forma elongada de manifiesto origen glacial, de fiordo interior. El río Fui que constituye el emisario de ese lago, va a reunirse con el río Neltume, que es el emisario del lago homónimo, para juntos caer con el nombre de Llanquihue en el extremo sureste del lago Panguipulli. El lago Panguipulli es uno de los más grandes de la hoya y su desagüe se produce a través del río Enco, cuyo origen se encuentra también en el extremo sureste y corre hacia el sur hasta vaciarse en el extremo oriental del lago Riñihue. Finalmente, toda la serie de estos cuerpos lacustres se evacua a través del río San Pedro.

El Calle Calle dirige su curso de 55 km. al W en un desarrollo meándrico y de escasa pendiente. A su término, rodea la ciudad de Valdivia por sus costados este, norte y la

Valdivia

2.

ribera sureste de la isla Tejas, ya que el otro costado de esta isla lo baña el río Cruces. A partir de la junta de ambos nace el río Valdivia que va a desembocar en la bahía de Corral, tras un recorrido de 15 km. Un brazo hacia el sur rodea por el sur y por el oeste la gran isla del Rey y se junta al brazo principal en la misma bahía nombrada. Este brazo llamado río Tornagaleones recibe por su ribera oriental dos ríos de cursos paralelos de breve desarrollo: son los ríos Angachilla y Futa.

El río Cruces tiene un desarrollo total de 125 km de NE a SW entre riberas acantiladas con numerosas vueltas y meandros que dejan islas y pantanos. Nace con el nombre de San José Copihuelpi, de la reunión de varios esteros que se originan en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén.

Drena una superficie de 3.233 km², baña a su paso la ciudad de San José de Mariquina y toma el nombre de Cruces al pasar por el caserío homónimo. Antes de su reunión con el Callecalle en Valdivia, recibe dos aportes importantes: los ríos Nanihue y Pichoy.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- Río Valdivia
- Río Calle Calle
- Río Cruces
- Río Ñaue
- Río Huanahue
- Río Llanquihue
- Río San Pedro
- Río Liquiñe
- Río Collileufu
- Río Huahum
- Río Enco
- Río Pichoy

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 Valdivia 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.)

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 Valdivia es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-VAL-02.

Valdivia

4.

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

CUENCA RIO VALDIVIA					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
1010	Río HUAHUM	HU	1	1010 - HU - 10	LIMITE INTERNACIONAL CON ARGENTINA	ENTRADA LAGO PIRIHUEICO
1010	Río LIQUIÑE	LI	1	1010 - LI - 10	NACIENTE RIO LIQUIÑE	ENTRADA LAGO NELTUME
1010	Río LLANQUIHUE	LL	1	1010 - LL - 10	SALIDA LAGO NELTUME	ENTRADA LAGO PANGUIPULLI
1010	Río HUANAHUE	HA	1	1010 - HA - 10	SALIDA LAGUNA PULLINGUE	ENTRADA LAGO PANGUIPULLI
1010	Río FUI	FU	1	1010 - FU - 10	DESAGUE LAGO PIRIHUEICO	CONFLUENCIA RIO LLANQUIHUE
1011	Río ENCO	EN	1	1011 - EN - 10	SALIDA LAGO PANGUIPULLI	ENTRADA LAGO RIÑIHUE
1011	Río SAN PEDRO	SP	1	1011 - SP - 10	SALIDA LAGO RIÑIHUE	LIMITE DE SUBCUENCA
1012	Río SAN PEDRO	SP	1	1012 - SP - 10	LIMITE DE SUBCUENCA	CONFLUENCIA RIO COLLILEUFU
1012	Río COLLILEUFU	CO	1	1012 - CO - 10	NACIENTE RIO COLLILEUFU	CONFLUENCIA RIO SAN PEDRO
1012	Río CALLE CALLE	CA	1	1012 - CA - 10	CONFLUENCIA RIO COLLILEUFU Y SAN PEDRO	EST. CALIDAD RIO CALLE CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER
1012	Río CALLE CALLE	CA	2	1012 - CA - 20	EST. CALIDAD RIO CALLE CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER	LIMITE DE SUBCUENCA
1013	RIO CRUCES	CR	1	1013 - CR - 10	NACIENTE RIO CRUCES	FRENTE A LONCOCHE
1013	RIO CRUCES	CR	2	1013 - CR - 20	FRENTE A LONCOCHE	EST. CALIDAD RIO CRUCES EN RUCACO
1013	RIO CRUCES	CR	3	1013 - CR - 30	EST. CALIDAD RIO CRUCES EN RUCACO	CONFLUENCIA RIO PICHROY
1013	RIO CRUCES	CR	4	1013 - CR - 40	CONFLUENCIA RIO PICHROY	CONFLUENCIA RIO CALLE CALLE
1013	Río IÑAQUE	IN	1	1013 - IN - 10	NACIENTE RIO IÑAQUE	EST. FLUVIOMETRICA IÑAQUE EN MAFIL
1013	Río PICHROY	PI	1	1013 - PI - 10	EST. FLUVIOMETRICA IÑAQUE EN MAFIL	CONFLUENCIA RIO CRUCES
1014	Río CALLE CALLE	CA	1	1014 - CA - 10	LIMITE DE SUBCUENCA	CONFLUENCIA RIO CRUCES
1014	Río VALDIVIA	VA	1	1014 - VA - 10	CONFLUENCIA RIO CALLE CALLE Y RIO CRUCES	DESEMBOCADURA EN OCEANO PACIFICO

2.2 Sistema Físico - Natural

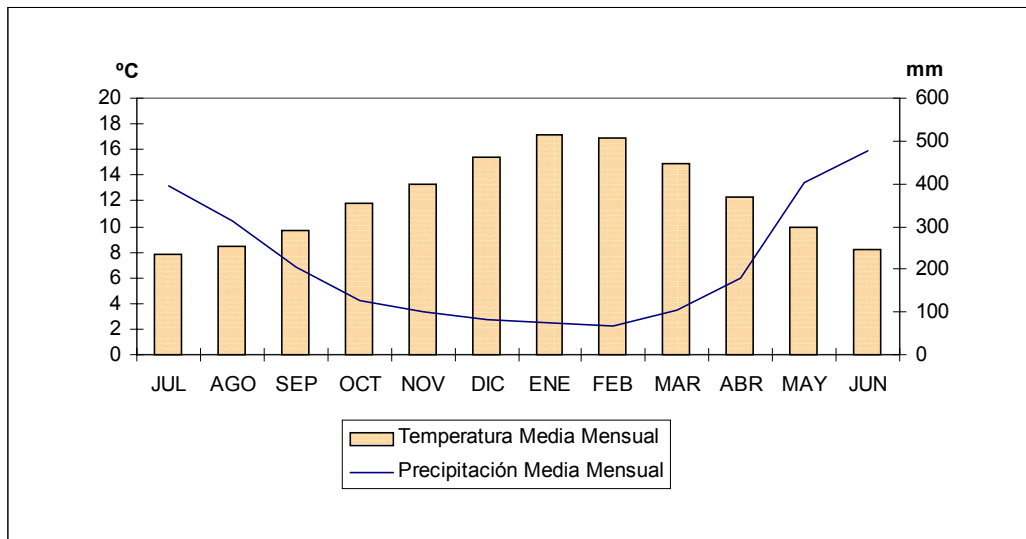
2.2.1 Clima

La cuenca del río Valdivia, presenta dos tipos climáticos, el Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (sector precordillerano de la cuenca):

- Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea: Este tipo climático se encuentra en la IX y X regiones, desde la cuenca del río Cautín hasta el norte de la ciudad de Puerto Montt. Se caracteriza por presentar precipitaciones a lo largo de todo el año aunque los meses de verano presentan menor pluviosidad que los meses invernales. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C. Las temperaturas no sufren una gran variación por latitud, siendo la unidad térmica y lo poco significativo de las oscilaciones, una notable característica de este clima.
- Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea: este tipo climático se presenta en la zona cordillerana de las regiones VIII, IX y sector norte de la X región. Este clima se caracteriza por las bajas temperaturas durante todo el año y el aumento de las precipitaciones con la altura, las cuales llegan a los 3.000 mm anuales, sobre los 1.200 m s.n.m. [Ref.2.1].

Los montos de precipitación registrados en el sector alto de la cuenca, alcanzan los 2.307 mm/año. La temperatura media anual es de 12°C y la esorrentía registrada es de 2.956 mm/año.

En el siguiente diagrama climático (Figura 2.1), se presentan los montos de precipitación y temperaturas medias mensuales del río Valdivia, correspondientes a registros de la Estación Meteorológica del mismo nombre.



[Ref 2.2]

Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico, Estación Valdivia

2.2.2 Geología y volcanismo

Las formaciones geológicas presentes en la cuenca del río Valdivia, representan claramente franjas con orientación poniente – oriente, las cuales están compuestas principalmente por:

- Rocas PzTr4, del tipo metamórficas del Paleozoico-Triásico: Metapelitas, metacherts, metabasitos y en menor proporción neises y rocas ultramáficas con protolitos de edades desde el Devónico al Triásico y metamorfismo del Pérmico al Jurásico. Complejo metamórfico Liquiñe. Se distinguen esquistos pelíticos.
- Rocas Q1g2, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno: Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvio-glaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Sta María.

- Rocas PzTr4, del tipo metamórficas del Paleozoico-Triásico: Metapelitas, metacherts, metabasitos y en menor proporción neises y rocas ultramáficas con protolitos de edades desde el Devónico al Triásico y metamorfismo del Pérmico al Jurásico. Complejo metamórfico Liquiñe. Se distinguen esquistes pelíticos.
- Rocas Q1g2, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno: Depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvioglaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Sta María.
- Rocas Q1g1, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno: Depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvioglaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue.
- Rocas DC4, del tipo metamórficas del Deunimico-Carbonífero: Metareniscas, filitas y en menor proporción mármoles, chesta, metabasaltos y metaconglomerados, metaturbiditas confacies de "melange".
- Rocas CPg, del tipo intrusiva del Carbonífero-Pérmico: Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas de hornblenda y biotita, localmente de muscovita.
- Rocas Jsg, del tipo intrusivas del Jurásico medio-superior: Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno, hornblenda. Además, de intercalaciones de rocas PPI3, Q3i.
- Rocas PPI3, del tipo volcánicas del Plioceno-Pleistoceno: Secuencias y centros volcánicas parcialmente erodados, lavas basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados.

- Rocas Q3i, del tipo volcánico del Cuaternario: Estrato volcanes y complejos volcánicos; lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos.
- Rocas Kig (en el norte) del tipo intrusivas del Cretácico inferior: Granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita. y rocas Mg (en el sur) del tipo Intrusivas del Mioceno. Granodioritas, dioritas, tonalitas. [Ref.2.3].

En la cuenca se encuentra el volcán Choshuenco (Estratovolcán histórico cuya última erupción se registra entre 1900 y 1963), Mocho, Villarrica (Estratovolcán histórico cuya última erupción es posterior a 1964) y Quetrupillán los cuales ejercen influencia directa sobre la cuenca del río Valdivia, e indirecta sobre las cuencas vecinas [Ref. 2.4].

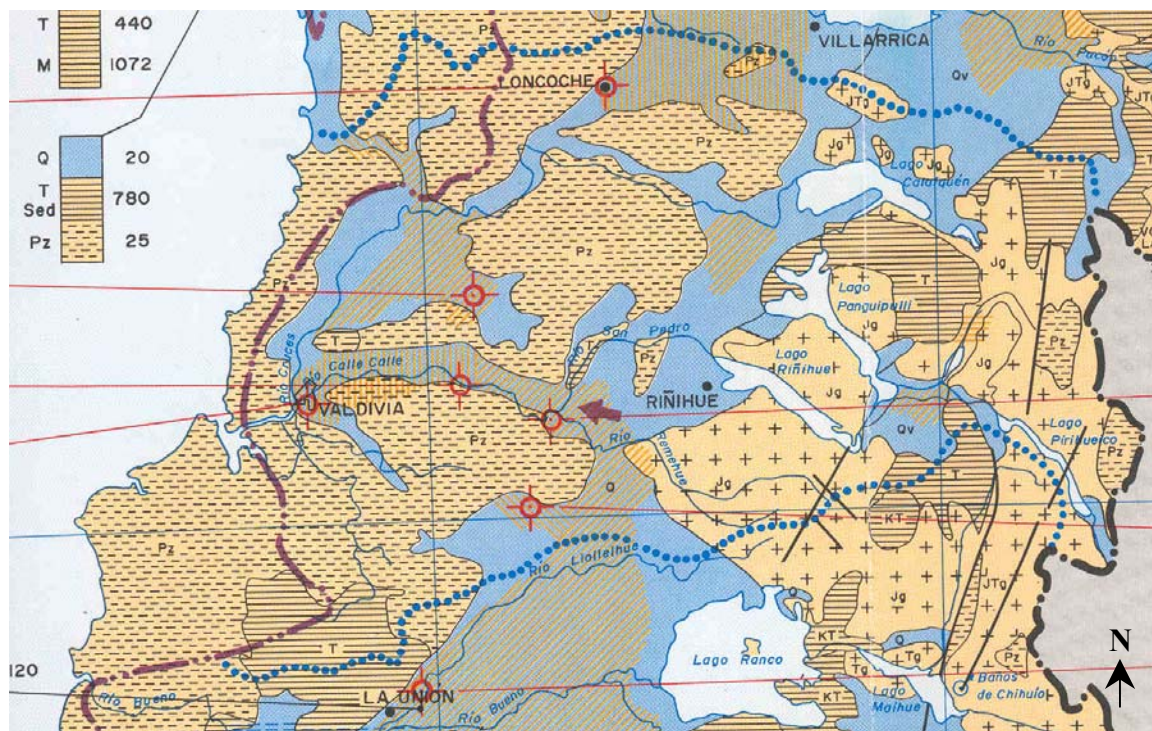
2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Valdivia se extiende desde la latitud 39°20' por el norte hasta la latitud 40°10' por el sur.

En el sector alto de la cuenca destaca la existencia de formaciones rocosas de origen sedimentario volcánico del período Terciario y Cuaternario y rocas hipabisales e intrusivas pertenecientes a los períodos Jurásico Terciario. Destacan los volcanes Quetrupillán y Choshuenco como importantes formadores del relieve de esta cuenca, así como las glaciaciones acontecidas durante el período Cuaternario. Estas formaciones consisten principalmente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados de baja permeabilidad y que forman el basamento de este sector de la cuenca. Por lo tanto, las infiltraciones de aguas meteóricas escurren por el subsuelo principalmente hasta los cuerpos lacustres de Panguipulli, Calafquén, Riñihue, Pellaifa, Pirihueico y Neltume. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero.

En el valle central de la cuenca escurren dos acuíferos: uno en dirección SWW paralelo al río Las Cruces y el otro lo hace en dirección oeste paralelo al río Calle-Calle juntándose ambos en las proximidades de la ciudad de Valdivia. El medio por el cual escurre el acuífero es material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial, consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad.

En la figura 2.2 obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA [Ref. 2.4] representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Valdivia.



**Figura 2.2: Características Hidrogeológicas de la Cuenca del río Valdivia
(Escala 1:1.000.000)**

Desde el punto de vista geomorfológico, existe una serie de elementos fisiográficos se pueden identificar claramente; los grupos principales son:

- Cordillera de los Andes volcánica activa,
- Precordillera morrénica,
- Depresión Intermedia o Llano Central con Morrenas y Conos y
- Planicies Litorales.

La cordillera volcánica activa se caracteriza por la presencia principalmente de sierras y cordilleras que se empinan entre los 1.200 y 1.600 m s.n.m. Se define como un relieve fuertemente rebajado por la erosión de los glaciales y ríos.

La morfología dominante de la cordillera volcánica activa corresponde a los nevados conos volcánicos que en forma aislada se levantan al extremo oriental de los grandes lagos (volcán Choshuenco, 2.415 m s.n.m situado al SEE del Lago Riñihue). Al este del volcán Choshuenco se desprenden los cerros de Huirahueye y Pangulielú, orientados E – W y encadenados más al sur con los de Llollehue, dispuestos en eje NE – SW. La mayor parte de estas sierras y cordilleras se empinan hasta los 1.600 m de altitud aproximadamente, definen la orografía andina de esta región como un relieve fuertemente rebajado por la erosión de glaciares y ríos.

La precordillera, posee un carácter de acumulación de sedimentos fluvio – glaciovolcánicos. En esta zona se presenta como formas del relieve de lomas sometidas a una intensa acción erosiva lineal por los cuerpos fluviales y lacustres.

La depresión Intermedia presenta una topografía fuertemente ondulada y los ríos se profundizan enérgicamente creando cada sistema aluvial una importante barrera al desarrollo de las comunicaciones. El cauce del río Calle Calle y su principal afluente el río San Pedro, presentan un escurrimiento de tipo meándrico con valles fluviales de marcada estreches.

Las Planicies Litorales de sedimentación fluvio-marina en esta zona se presentan muy estrechas e interrumpidas por un muro costero que se empina sobre los 600 metros de altitud (Cerro Onco, 715 m s.n.m.) [Ref. 2.6].

2.2.5 Suelos

En la mayor parte de la superficie de la cuenca (subcuencas de río Valdivia Bajo, río Calle Calle y río Cruces en el sector oriental) se presenta la serie de suelo Nahuelbuta, que corresponden a suelos de posición alta, ondulados a montañosos, derivados

de rocas metamórficas altamente micáceas, esquistos y filitas, con precipitación de 1.500 a 2.000 mm. , con vegetación de Peumos, Robles y en posición más alta, Araucarias. En sectores de mayor pendiente, el suelo va disminuyendo su espesor llegando a aparecer la roca en la superficie, principalmente si se sube en altura. Presenta una erosión de moderada a fuerte, siendo muy intensa en sectores localizados. Abarca una gran cantidad de suelos y la generalización más característica que se podría dar de él es que presenta pendientes fuertes, de texturas arcillo – arenosa en la superficie a franco arcillosa y arcillosa masiva, en profundidad, de color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo a pardo oscuro a amarillento oscuro en profundidad; suelo duro en seco, firme en húmedo, plástico y adhesivo, salvo en la superficie que es ligeramente adhesivo [Ref. 2.7].

En la Cordillera de la Costa de la X Región, entre los 39°30' y 41°00'S, se describen 6 series de suelos según la cartografía de CIREN (CIREN, 2000). Estas series corresponden a: Bahía Mansa, Punotro, Piedra de Oro, Repil, Hueñi y serie Collihuinco. Las principales características de estos suelos es que están ubicados sobre metamorfitas muy meteorizadas, de limitada evolución pedogénica a pesar de su antigüedad, no presentan evidencias de iluviación de arcillas o de componentes orgánicos. Posee un pH > 5,0 en la mayoría de los horizontes a pesar de la alta saturación de aluminio. Hierro y Aluminio activos altos, especialmente en los horizontes subsuperficiales; alta retención de fósforo [Ref. 2.8].

En la zona norte de la cuenca a lo largo de toda su extensión (oriente – poniente) los suelos son planos y ligeramente ondulados, aluviales, estratificados, y variables en profundidad, corrientemente desde 0,50 m a 1,10 m, que descansan en materiales aluviales usualmente en piedras. La textura del horizonte superficial va de franco arenosa fina o muy fina a franco limosa, usualmente granular débil, friable a muy friable. Los colores superficiales son pardo rojizo y en profundidad el color se hace rojo amarillento. Suelos de drenaje normalmente bueno y substratum cementado [Ref. 2.7].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Valdivia

2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque caducifolio del sur (Valle central), Bosque laurifolio de los Lagos, Bosque caducifolio mixto

de la cordillera andina (sector precordillera andina), Bosque caducifolio alto andino Húmedo (sector cordillera andina).

Las principales características de estas comunidades vegetacionales son las siguientes:

- Bosque Laurifolio Valdiviano: Se ubica en las alturas medias de ambas vertientes de la cordillera de la costa en el norte de la X región, alcanzando a cubrir una pequeña parte de la XIX Región. En las laderas occidentales de la cordillera llega hasta el nivel del mar. En sus características particulares es reconocible por la presencia destacada en sus comunidades de especies tales como Olivillo y ulmo. Sus características más favorables de temperatura, especialmente estivales, permiten una mayor diversidad florística y la penetración en las vertientes orientales de especies pertenecientes al bosque caducifolio especialmente aquellas de los bosques de roble. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Olivillo – ulmo (*Aextoxicom punctatum* – *Eucryphia cordifolia*), Olivillo Huayún (*Aextoxicom punctatum* – *Rhaphithamnus spinosus*), Coigue Mañío de hojas largas (*Nothofagus dombeyi* - *Podocarpus saligna*), Ulmo- Tineo (*Eucryphia cordifolia* – *Weinmannia trichosperma*), Lingue – ulmo (*Persea lingue* - *Eucryphia cordifolia*), Huella – Maqui (*Corynabutilum vitifolium* – *Aristotelia chilensis*), Calafate – Huayún (*Berberis buxifolia* – *Rhaphithamnus spinosus*), Junquillo – Quira y (*Juncus bufonius* – *Juncus planifolius*).
- Bosque caducifolio del sur: Se extiende al sur de la IX Región ocupando la depresión central sobre un relieve plano o de lomajes morreicos y en las laderas de ambas cordilleras. Dentro de la región ecológica respectiva es una situación más favorable en cuanto a precipitaciones motivo que permite un gran desarrollo de la vida vegetal; ha sido reemplazado casi totalmente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado modificado. En su composición florística intervienen muchas especies típicamente laurifolias: Roble – Laurel (*Nothofagus obliqua* - *Laurelia sempervirens*), Roble – Mañío de hojas largas (*Nothofagus obliqua*-*Podocarpus saligna*), Olivillo-Laurel (*Aextoxicom punctatum* - *Laurelia sempervirens*), Murra – Espinillo (*Rubus ulmifolius* – *Ulex europaeus*), Pasto miel – Piojillo (*Holcus lanatus* – *Agrostis tenuis*), Mostacilla – Pasto Ovilla (*Sisymbrium officinale* – *Dactylis glomerata*),

Llantén – Piojillo (*Plantago major* – *Poa annua*), Contrahierba – Plagiobotris (*Gratiola peruviana* – *Plagiobothrys pratense*) y Unquillo – Lotera (*Juncus procerus* – *Lotus corniculatus*).

- Bosque caducifolio mixto de la cordillera andina: Bosque de Raulí y Coigue, que se encuentra distribuido en un estrecho piso altitudinal de la cordillera de los Andes. Responde a una situación ambiental más húmeda y fría, con numerosas penetraciones de elementos florísticos laurifolios y en ciertos lugares también de elementos alto-andinos. El paisaje vegetal es calificado de mixto por la abundante participación de especies de hoja perenne que algunas veces llegan incluso a dominar el dosel superior. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Raulí – Coigue (*Nothofagus alpina* – *Nothofagus dombeyi*) la cual es acompañada por la siguiente comunidad de sotobosque: Colihue (*Chusquea coleu*), chaura (*Guaultheria phyllyreaefolia*), leña dura (*Maytenus magellanica*) y sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*).
- Bosque caducifolio alto andino húmedo: Es el límite boreal de la subregión, donde aún existen condiciones de alta precipitación y se presenta una gran transición ecotonal. Es generalmente un paisaje montañoso en que este bosque ocupa el nivel altitudinal superior en las vertientes orientales de la cordillera. Es un bosque típico de altitud. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son principalmente la Lenga – Canelillo (*Nothofagus pumilio* – *drymis winterii* var. *Andina*) [Ref. 2.9].

Carlos Ramírez et al (1976), en un extenso trabajo de las plantas acuáticas describe la diversidad de estas especies típicas de la zona, que alcanza su máximo en el río Valdivia gracias los diversos hábitat acuáticos existentes. También se han realizado estudios de flora acuática en el Santuario río Cruces.

La flora acuática de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las especies detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 2.2: Flora acuática en la cuenca del río Valdivia

Nombre científico	Nombre común
<i>Azolla filiculoides</i>	Flor del pato
<i>Isoetes savatieri</i>	Isete
<i>Lilaeopsis lineada</i>	
<i>Aster valí</i>	
<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de oro
<i>Senecio fistulosus</i>	Hualtata, paco, lampazo
<i>Senecio zosteræfolius</i>	
<i>Cardamine nasturtioides</i>	
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro
<i>Callitriche deflexa</i>	
<i>Callitriche palustres</i>	Huenchecó
<i>Callitriche stagnalis</i>	
<i>Spergularia rubra</i>	Taisana
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico
<i>Salicornia fruticosa</i>	Sosa
<i>Crassula erecta</i>	Flor de la piedra
<i>Elatine chilensis</i>	Yerbilla
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	Pasto pinito
<i>Myriophyllum elatinoides</i>	Hierba del sapo
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Yerba de la plata
<i>Hydrocotyle volckmanni</i>	Tembladerilla
<i>Utricularia tenuis</i>	atrapa bichos
<i>Lythrum album</i>	Romerillo
<i>Lythrum hyssopi folia</i>	
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra
<i>Nymphaea alba</i>	Loto
<i>Jussiaea repens</i>	
<i>Polygonum hidropiperoides</i>	Duraznillo
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	
<i>Ranunculus monanthos</i>	
<i>Ranunculus sp</i>	
<i>Salix viminalis</i>	Mimbre"
<i>Gratiola peruviana</i>	Contrayerba
<i>Limosella subulata</i>	

Tabla 2.2 (Continuación): Flora acuática en la cuenca del río Valdivia

Nombre científico	Nombre común
<i>Mimulus bridgesii</i>	Placa, berro
<i>Mimulus luteus</i>	placa
<i>Mimulus sp.</i>	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> "	No me olvides del campo
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Llantén de agua
<i>Sagittaria chilensis</i>	
<i>Sagittaria sp.</i>	
<i>Cyperus conceptionis</i>	Cortadera
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera"
<i>Heleocharis pachycarpa</i>	
<i>Scirpus americanus</i>	
<i>Scirpus californicus</i>	Tahuatahua
<i>Scirpus cernis</i>	
<i>Scirpus inundatus</i>	
<i>Elodea densa</i>	Luchecillo, huiro
<i>Juncus supinus</i>	
<i>Juncus cyperoides</i>	
<i>Juncus microcephalus Floribundus</i>	Junquillo
<i>Juncus procerus</i>	Junquillo, junco
<i>Juncus supiniformis</i>	
<i>Triglochin maritima</i>	Hierba de la paloma
<i>Triglochin striata</i>	Hierba de la paloma
<i>Lemna valdiviana</i>	Lenteja de agua
<i>Arundo donax</i>	Caña de Castilla
<i>Potamogeton gayi</i>	Huiro
<i>Potamogeton linguatus</i>	Huiro
<i>Potamogeton lucens</i>	Huiro
<i>Potamogeton lucens</i> var. <i>Brasiliense</i>	Huiro
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Huiro
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Huiro
<i>Potamogeton pusillus</i> var. <i>Tenuissimus</i>	Huiro
<i>Potamogeton stenostachys</i>	Huiro
<i>Leptocarpus chilensis</i>	Canutillo
<i>Typha angustifolia</i>	Vatro, totora
<i>Zannichellia palustres</i>	Cachudita de las lagunas

[Ref. 2.10]

2.3.2 Fauna acuática

En las siguientes tablas se incluyen las especies presentes en el cauce del río Valdivia correspondientes a la fauna íctica (caracterizada según especie, estado de conservación y familia); así como la fauna bentónica y anfibia (caracterizadas según especie).

Valdivia

16.

Campos 1985, ha realizado una descripción detallada de los peces del río Valdivia y su cuenca.

Tabla 2.3: Fauna íctica presente en el río Valdivia

Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación	Familia
<i>Odontesthes mauleanum</i>	Cauque de Valdivia	Vulnerable	Atherinidae
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Vulnerable	Galaxiidae
<i>Galaxias platei</i>	Tollo	Vulnerable	Galaxiidae
<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila	Vulnerable	Geotridae
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce	Inadecuadamente conocida	Mordacidae
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre chico	Vulnerable	Trichomycteridae
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los lagos	Vulnerable	Characidae
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha del sur	Vulnerable	Characidae
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye, Peladilla	Vulnerable	Galaxiidae
<i>Aplochiton zebra</i>	Farionela listada	Vulnerable	Aplochitonidae
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Farionela	Peligro de extinción	Aplochitonidae
<i>Diplomystes campoensis</i>	Tollo	Peligro de extinción	Diplomystidae
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	Vulnerable	Percichthyidae
<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra	Peligro de extinción	Percichthyidae
<i>Basilichthys Australis</i>	Pejerrey	Vulnerable	Atherinidae
<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	Vulnerable	Nototheniidae
<i>Salmo trutta trutta</i>	Trucha de mar	No listada	Salmonidae
<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha de río,	No listada	Salmonidae
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	No listada	Salmonidae
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	No listada	Poeciliidae

[Ref. 2.10]

Tabla 2.4: Fauna bentónica río Valdivia

Familia	Especie
Hyalellidae	<i>Hyalella sp</i>
Aeglidae	<i>Aegla sp</i>
Parastacidae	<i>Parastacus spinifrons</i>
Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>
Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae</i>
Leptophlebiae	<i>Nousia minor</i>
Leptophlebiae	<i>Penaphlebia chilensis</i>
Oniscigastridae	<i>Siphonella sp</i>
Oniscigastridae	<i>Meridialaris laminata</i>
Notonectidae	<i>Notonecta sp</i>
Corydalidae	<i>Protochauliodes sp.</i>
Aeshnidae	<i>Aeshna sp.</i>
Lestidae	<i>Lestes undulatus</i>
Limnephilidae	<i>Magellomyia sp</i>
Sphaeridae	<i>Pisidium sp</i>
Chilinidae	<i>Chilina sp</i>
Anmicolidae	<i>Littoridina</i>
Irídea	<i>Diplodon chilensis</i>

NOTA: especies de los ecosistemas de río sin considerar el estuario

[Ref. 2.10]

Por la importancia del grupo en estos ambientes y los numerosos estudios existentes, se han incluido los anfibios presentes en la subcuenca del río Cruces.

Tabla 2.5: Fauna anfibia río Valdivia

Nombre científico	Nombre común
<i>Eupsophus vertebralis</i>	Sapo
<i>Eupsophus roseus</i>	Sapo
<i>Batrachyla taeniata</i>	Sapo
<i>Batrachyla leptopus</i>	Sapo
<i>Rhinoderma Darwin</i>	Sapito de Darwin
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos
<i>Hylorina sylvatica</i>	Sapo
<i>Caudiverbera caudiverbera</i>	Rana chilena

[Ref. 2.10]

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Valdivia forma parte de la X Región de Los Lagos, abarcando las provincias de Valdivia y Cautín. La cuenca posee una superficie de 1.027.500 Ha equivalentes al 15% de la Región.

Entre las entidades pobladas de mayor importancia según el número de habitantes, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla 2.6: Población Total de la cuenca del río Valdivia

Nombre Asentamiento	Población Total 2002	Población Total Urbana 2002	Cauce asociado a Localidad
Valdivia	140.559	129.952	Río Valdivia
Panguipulli	33.273	15.888	Lago Panguipulli
Loncoche	23.037	15.223	Río Cruces
Los Lagos	20.168	9.479	Río Cruces
Paillaco	19.237	9.973	Río Collileufú
San José de la Mariquina	18.223	8.925	Río Cruces
Lanco	15.107	10.383	Río Cruces
Máfil	7.213	3.796	Río Inaqui

[Ref 2.11]

Los datos de población dada or el censo 2002 corresponden a datos a nivel comunal y no de ciudad.

2.4.2 Actividades económicas

La ciudad de Valdivia, con una población de 140.000 habitantes es la puerta de entrada a la X Región de Los Lagos. Está ubicada en una extensa red fluvial, conformada entre otros, por los ríos Valdivia, Calle - Calle y Cruces. La ciudad de Valdivia basa su economía en actividades industriales, universitarias, eventos artesanales, de artilleros y de turismo. La oferta gastronómica y de productos típicos turísticos es variada y han logrado merecido prestigio nacional e internacional.

Las principales actividades de la cuenca corresponden a las actividades silvoagropecuarias, agrícolas y ganaderas con un gran número de empresas de este rubro.

Además su economía se basa en empresas forestales e industrias de la madera (Forestal Mininco, Forestal Valdivia, CMPC Valdivia) [Ref. 2.12].

2.5 Usos del Suelo

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

Tabla 2.7: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Valdivia

Cuenca del río Valdivia (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
1.027.500	Praderas	290.287	28,3
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	2.587	0,3
	Plantaciones forestales	131.844	12,8
	Áreas urbanas e industriales	4.132	0,4
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	462.671	45
	Otros Usos*	120.939	11,8
	Áreas sin vegetación	15.040	1,5

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.13].

2.5.1 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 2.587 Ha equivalentes al 0,3% de la superficie total.

Los terrenos agrícolas se presentan en una superficie muy reducida próxima a la ciudad de Máfil y localidad de Santa Elvira, poblado emplazado en las proximidades del sector de la Junta entre los ríos Cruces y Calle – Calle [Ref. 2.13].

2.5.2 Uso forestal

Este tipo de uso del suelo ocupa una superficie importante en la cuenca. Comprende una extensión de 131.844 Ha equivalentes al 13% de la superficie total de la cuenca. Estas plantaciones de bosque corresponden a la especie pino radiata. Es importante

destacar además, que la cuenca posee una superficie importante de terrenos con especies de nativas que alcanzan las 452.000 Ha aproximadamente [Ref. 2.13].

2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca es reducido, sólo alcanza las 4.132 equivalentes al 0,4% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales [Ref. 2.13].

La población urbana, se concentra mayoritariamente en la ciudad de Valdivia, Panguipulli y Loncoche con un total aproximado al año 2002 de 161.000 habitantes. El centro urbano más importante de la cuenca es la ciudad de Valdivia, capital provincial, que se emplaza en la zona costera de la cuenca.

Al interior de la cuenca en la zona precordillerana y Llano Central, también se emplazan asentamientos humanos que poseen un importante porcentaje de población urbana con respecto a la totalidad de los asentamientos presentes en la cuenca, estos corresponden a la localidad de Panguipulli con 15.888 habitantes localizada en la vertiente occidental del lago Panguipulli y la ciudad de Loncoche emplazada en la ribera norte del río Cruces. Este último asentamiento posee una población urbana de 15.223 habitantes [Ref. 2.11].

En esta cuenca se ubica la Mina de Carbón Mulpun y la Cía Carbonífera San Pedro de Catamutún.

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

La cuenca del río Valdivia posee áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE, correspondiendo a la Reserva Nacional Mocho – Choshuenco, Parque Nacional Villarrica y Reserva Nacional Valdivia.

Los sitios de conservación de la biodiversidad existentes en la cuenca, incluidos en el documento “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad, Décima Región de Los Lagos” se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 2.8: Áreas de Conservación de la Biodiversidad

Nombre del sitio	Superficie (Ha)	Característica del ecosistema
Mocho - Choshuenco	150.151	Esta área presenta poblaciones de Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>) ubicados al norte del volcán Mocho - Choshuenco. Sector cordillerano andino con importante actividad altitudinal (migraciones) de aves, insectos y clines vegetacionales.
Curinanco	77.039	Presencia de especies de interés como el Olivillo costero cuya representatividad es baja en el SNASPE. Diversidad de invertebrados marinos, junto con especies de especial interés comercial.
Cordillera de la Costa	294.131	El área costera de Chaihuin – Venecia, posee bosque Laurifolio remanente de alta diversidad, con fuerte amenaza de conservación debido a proyectos madereros. Fauna de anfibios con problemas importantes de conservación (Telmatobufo, Eupsophus y Rhinodrema).

Ref [2.14]

3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE 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 río Valdivia es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Valdivia

Nombre	Período de Registro
RÍO CRUCES EN RUCACO	1969 – 2001
RÍO IÑAQUE EN MAFIL	1986 – 2001
RÍO LIQUIÑE EN LIQUIÑE	1986 – 2001
RÍO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RIÑIHUE	1985 – 2001
RÍO COLLILEUFU EN LOS LAGOS	1987 – 2001
RÍO CALLE CALLE EN Balsa San Javier	1987 – 2001

La cuenca del río Valdivia está compuesta principalmente por las subcuencas de los ríos Cruces y Calle Calle. El río Cruces nace en la parte noreste de la cuenca, en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén, para luego tomar un curso suroriental hasta la confluencia con el río Calle Calle, dando origen al río Valdivia, en la ciudad homónima. Por su parte, la subcuenca del río Calle Calle, la cual corresponde a una hoya trasandina, se origina en el extremo poniente del lago Lacar, en el nacimiento del río Huahum, en territorio argentino. La parte de esta subcuenca que se ubica en territorio nacional abarca desde el paso internacional Huahum hasta la confluencia del Calle Calle con el río Cruces. En la parte alta de esta subcuenca existe un número importante de grandes lagos conectados entre sí, entre los cuales destacan los lagos Calafquén, Pirihueico, Neltume, Panguipulli y Riñihue.

En general esta cuenca presenta un régimen pluvial, salvo el río Liquiñe, afluente del lago Neltume, el que presenta leves influencias nivales, mostrando un régimen pluvio – nival.

Para el análisis hidrológico se han utilizado dos grupo de estaciones, donde el primero es de régimen pluvial, y el segundo de régimen pluvio – nival.

- Grupo1; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por todas las estaciones fluviométricas de la cuenca, salvo la que se ubica en el río Liquiñe.
- Grupo2; Régimen Pluvio – Nival: Este grupo está formado por sólo una estación fluviométrica, Liquiñe en Liquiñe, ubicada en el afluente del lago Neltume.

Tabla 3.2: Grupo de Estaciones Fluviométricas

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvial	RÍO CRUCES EN RUCACO
2		RÍO IÑAQUE EN MAFIL
3		RÍO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RIÑIHUE
4		RÍO COLLILEUFU EN LOS LAGOS
5		RÍO CALLE CALLE EN Balsa San Javier
6	Pluvio – Nival	RÍO LIQUIÑE EN LIQUIÑE

Para poder completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas incompletas se realizaron correlaciones lineales con la estación patrón Cruces en Rucaco, la que ha sido seleccionada en base a la longitud de sus registros. La estadística de esta estación se completó de la misma manera con la estación Toltén en Villarrica, ubicada en la vecina cuenca del río Toltén.

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

3.2 Usos del Agua

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:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP 1996.
- “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad Décima Región De Los Lagos”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP, octubre 2002.

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

La acuicultura es la actividad organizada por el hombre que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos, cualquiera sea su finalidad. Tratándose de las aguas continentales superficiales, corresponde a la Subsecretaría de Pesca informar sobre la existencia de zonas destinadas a la acuicultura. En este acápite se consideran sólo las actividades de acuicultura que se realizan en el cauce mismo (uso del agua in-situ). La acuicultura que se realiza fuera del cauce se incluye como uso extractivo de tipo industrial.

Para esta cuenca, no existen zonas de acuicultura informadas por la Subsecretaría de Pesca. Sin embargo, se sabe que el río Liquiñe tiene una piscicultura funcionando en las Termas Coñaripe.

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.

Las áreas donde se desarrolla esta práctica en la cuenca del río Valdivia son:

- Los lagos Calafquén, Panguipulli, Riñihue, Neltume y desagüe lago Ranco.

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 que se relacionan con la calidad del agua:

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.

En esta cuenca es difícil cuantificar las demandas desde el punto de vista agrícola, ya que los derechos de agua existentes están muy dispersos entre los ríos, esteros y vertientes que forman la cuenca.

La superficie regada es de 1492 (ha), correspondientes fundamentalmente a praderas y plantaciones de remolacha y berries. La demanda para riego es de 2303 (l/s) repartidos principalmente en trece cauces. [Ref. 3.1]

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.

Los volúmenes de producción y las demandas netas de agua potable para las diferentes ciudades se muestran a continuación:

Tabla 3.3: Producción y demanda neta de agua potable 1992

Localidad	Producción total (l/s)	Consumo total (l/s)
Valdivia	327.69	198.25
Loncoche	21.44	12.48
Panguipulli	14.96	8.71
Paillaco	17.83	9.24
Los Lagos	14.59	6.65
Lanco	9.4	7.23
San José	7.85	6.04
Mafil	4.36	3.43
Malalhue	2.88	2.27
Neltume	2.61	2.05
Licanray	2.02	1.59

[Ref. 3.1]

Así, la producción total en la cuenca del río Valdivia ascendía en 1992 a 425.63 (l/s), mientras que la demanda, incluyendo los sectores residenciales e industriales, equivalía a 257.94 (l/s). [Ref. 3.1]

Las fuentes de abastecimiento de agua potable se ubican en [Ref. 3.1]:

- Valdivia, que posee dos sistemas de captación superficiales. El sistema Llancahue capta aguas del estero del mismo nombre. El sistema Cuesta de Soto capta las aguas del río Calle-calle. No se dispone de suficiente información para localizar exactamente este último sistema.
- Panguipulli, que se abastece de aguas de vertientes que afloran 150 m al sur poniente de esta localidad.
- Paillaco, que extrae recursos en forma superficial del estero Maihue, del cual no hay antecedentes gráficos.

- Los Lagos, cuyo abastecimiento es a través de dos captaciones, una subterránea y otra superficial que extrae agua de vertientes ubicadas en el extremo nororiente de la localidad.
- Lanco, que se abastece mediante una bocatoma ubicada en un estero a 8 km al oriente de la localidad.
- Mafil, que extrae recursos en forma subterránea.

c) Generación de energía eléctrica

En la cuenca del río Valdivia existen algunas centrales hidroeléctricas, las cuales son [Ref. 3.1]:

- Central Pullinque: Es de propiedad de PULLINQUE S.A. y aprovecha aguas del río Huanahue.
- Central Remeco y central Llallalca: Ambas pertenecen al Complejo Forestal y Maderero Panguipulli y aprovechan aguas del estero Llallalca.
- Central Liquiñe: Pertenece a la Ilustre Municipalidad de Panguipulli y aprovecha aguas del río Liquiñe.

d) Actividad industrial

En la parte baja de la cuenca del río Valdivia, entre la confluencia del río Angachillas y la desembocadura, hasta 1996 funcionaban alrededor de cinco industrias. En conjunto demandaban un caudal mensual de 360000 (m^3/mes). Los rubros de dichas industrias correspondían principalmente a la fabricación de papel y manufactura de madera terciada. [Ref. 3.1]

En el sector de San José de La Mariquina, Celulosa Arauco y Constitución S.A. ha instalado una Planta de Celulosa que utiliza aguas del río Cruces y que se puso en marcha a principios del 2004.

e) Actividad minera

En esta cuenca se encuentra la mina de carbón Mulpún y la Cía Carbonífera San Pedro de Catamutún.

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).

Las únicas áreas de protección oficial en la cuenca del río Valdivia son:

- Reserva Nacional Mocho-Choshuenco: Consta de 7.536 hectáreas y se ubica próximo al lago Riñihue. Hay presencia de volcanes, como el Mocho y el Choshuenco, que es una ruina volcánica de cumbre rocosa y fuerte pendiente, que da origen a un glaciar en su ladera sur. En los faldeos se observa bosque de tipo valdiviano que se extiende hasta aproximadamente 1.200 m de altitud.
- Parque Nacional Villarrica: Entre las especies arbóreas que se observan destacan: araucarias y lengas en los sectores altos del parque y raulí y mañío de hoja corta en las zonas más bajas. Dentro de la fauna se observa el carpintero negro, el zorro chilla, el monito del monte, el coipo, la liebre, la cachaña, el cóndor y una gran variedad de insectos.
- Reserva Nacional Valdivia.

En cuanto a la “Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad Décima Región De Los Lagos”, los sitios prioritarios de conservación de 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-VAL-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 3.4, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.4 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 el Instructivo, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Valdivia

30.

Tabla 3.4: Usos de agua por segmento en la cuenca del Valdivia

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Huahum	1010HU10								•	
Río Liquiñe	1010LI10					•	+		•	
Río Llanquihue	1010LL10								•	
Río Huanahue	1010HA10					•				
Río Fui	1010FU10									
Río Enco	1011EN10								•	
Río San Pedro	1011SP10									
	1012SP10				•					
Río Collileufu	1012CO10									
Río Calle Calle	1012CA10									
	1012CA20								•	
	1014CA10								•	
Río Valdivia	1014VA10						•		•	
Río Cruces	1013CR10			•						
	1013CR20			•						
	1013CR30						•		•	
	1013CR40								•	
Río Iñaque	1013IN10							•		
Río Pichoy	1013PI10								•	

[Ref 3.1]

* En esta columna se incluyen sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Valdivia posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 168.489 habitantes.

Del total de población urbana presente en la cuenca, el 90% (151.574 habitantes) posee servicios de alcantarillado. Esto refleja que un grupo importante de población urbana es atendida con este servicio por la empresa sanitaria ESSAL S.A. y AGUAS DÉCIMA S.A a la ciudad de Valdivia.

Estas empresas sanitarias además del servicio anterior, proveen a la población con servicios de tratamiento de aguas servidas. Según estimaciones al año 2002 (SISS), la ciudad de San José de la Mariquina posee la mayor cobertura en el tratamiento de las aguas servidas (96,3%), mientras que las ciudades de Panguipulli y Paillaco poseen coberturas superiores al 86%. La empresa de servicios sanitarios AGUAS DÉCIMA S.A provee a la ciudad de Valdivia con una cobertura del 91,3% en el tratamiento de sus aguas servidas.

A continuación, en la tabla 3.5 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios que opera 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.

Valdivia

32.

Tabla 3.5: Descargas de Aguas Servidas

Localidad Atendida	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	Tipo De Tratamiento y/o Nombre de la Planta	Caudal (L/s)	DBO ₅ (mg/l)	pH	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/l)	Cu Total (mg/l)	Fe disuelto (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Valdivia	1014VA10	Río Valdivia	AGUAS DÉCIMAS S.A.	91,3	125.562	113.949	SI	Edas Alto las Mulatas – Tratamiento primario	211	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Panguipulli	NS	Laguna Panguipulli	ESSAL	86,9	7.841	6.555	SI	Lodos activados	12,1	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Loncoche	1013CR20	Río Cruces	ESSAL	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd		35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Los Lagos	1012CA10	Río Calle Calle	ESSAL	0	8.657	6.984	NO		12,9	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Paillaco	1012CO10	Estero Chapuco – Río Collileufú	ESSAL	86,6	8.343	7.158	SI	Laguna estabilización	13,3	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
San José de la Mariquina	1013CR30	Río Cruces	ESSAL	96,3	7.259	6.973	SI	Lodos activados	12,9	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Lanco	1013CR20	Río Cruces	ESSAL	0	7.349	6.950	NO		12,9	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Mafil	1013PI10	Río Ñaue	ESSAL	0	3.478	3.005	NO		5,6	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03

NOTAS:

- NS: no asociado a segmento.
- 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 ESSAR S.A. Si los efluentes de aguas servidas cumplen con el Decreto N° 90/00, las concentraciones de éstos parámetros son inferiores a aquellas incluidas en la tabla anterior (límite máximo permisible por el Decreto N°90).
- 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 asociada a coberturas, población y plantas de tratamiento, ha sido proporcionada por la SISS.

3.3.2 Residuos Industriales Líquidos

La cuenca del río Valdivia posee numerosas industrias ganaderas (lecherías) y de celulosa destacando en este último grupo la CMPC S.A Valdivia. Las industrias identificadas en la cuenca descargan sus efluentes ya sea en forma directa a un cauce seleccionado o indirectamente a través de canales de riego o esteros que son afluentes de un curso fluvial mayor.

En la siguiente tabla se incluyen los establecimientos industriales identificados en el Informe “Estadística Anual de muestras hídricas, X Región” del Servicio Agrícola Ganadero y aquellos incluidos en el Catastro Nacional de Residuos Industriales Líquidos de 1992 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.

Valdivia

36.

Tabla 3.6: Residuos Industriales Líquidos

Industria	Comuna	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	CIIU	Caudal (L/s)	pH	T (°C)	SS	S. Totales	Aceites y Grasas	HC	DBO ₅	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH ₄	Pb	SO ₄	Zn	PE	B	Al	Mn	CE (mS/cm)
Aserradero APSA	Paillaco	Nd	Estero Domaihue	33111	Nd			*				*									*								
Mina de Carbon Mulpun	Máfil	Nd	Nd	21001	Nd		*	*																					
CMPC Valdivia	Valdivia	Nd	Nd	34112	50,8	6,4	*	22		14	*	456		*		*	*	0,5	*	*	*	*	179	*					
Duran Stolzembach y Cía. Ltda	Valdivia	Nd	Nd	32311	0,14	*	*	*		*		*					*				*		260		*				
Laminadora de Maderas S.A. (Filial MASISA)	Valdivia	Nd	Nd	33111	37			115				54									*								
Levaduras Collico S.A.	Valdivia	Nd	Nd	31214	Nd	*	*	*				Nd						*			*		*						
Hoffmann S.A.I.C.	Valdivia	Nd	Nd	Nd	2	12																							

NOTAS:

- Nd: información no disponible.
- Las unidades de concentración de los parámetros fisico – químicos están expresados en mg/L.
- 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.

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 Valdivia son las siguientes:

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1984-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Valdivia				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Valdivia					
En Transbordador	NO	31	20	1987-2001	44
Río Calle-Calle					
En Balsadero San Javier (*)	SI	31	20	1987-2001	47
Río Cruces					
En Rucaco (*)	SI	31	20	1987-2001	47
Río Enco					
En Chan-Chan (*)	NO	31	20	1987-2001	35
Río Huanahue					
Antes Lago Panguipulli (*)	NO	31	20	1987-2001	46
Río Liquiñe					
En Liquiñe (*)	SI	31	20	1984-2001	52
Río Llanquihue					
Antes Lago Panguipulli (*)	NO	31	20	1987-2001	41
Río San Pedro					
En Desagüe Lago Riñihue (*)	SI	31	20	1987-2001	41
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		NO	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

(*) Estaciones de monitoreo suspendidas

b) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

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 Valdivia, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,05 % 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 Valdivia se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: molibdeno (<0.01 mg/l), níquel (<10 µg/l), selenio (<1 µg/l), 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 del río Valdivia, se incluye en el anexo 3.2 de tipo digital.

4. ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Cruces

- Cruces en Rucaco

Se ubica en el río Cruces, aguas abajo de la junta del estero Turbio, a 60 m s.n.m.

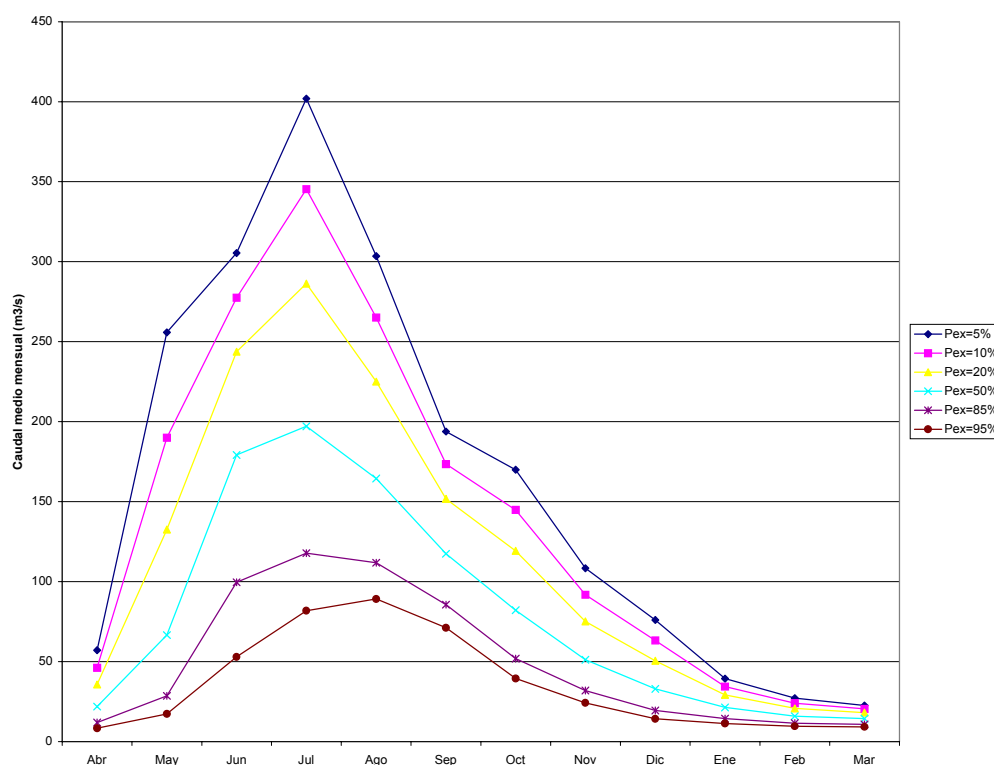
En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación presenta un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de importantes aportes de lluvias.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales, mientras que los menores escurrimientos se presentan entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se producen por aportes pluviales, ocurriendo entre julio y septiembre, mientras que los menores se observan entre diciembre y mayo.

Tabla 4.1: Río Cruces en Rucaco (m^3/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	57.12	255.77	305.38	401.97	303.41	193.80	169.93	108.30	76.04	39.33	27.10	22.52
10	46.17	189.98	277.49	345.31	265.01	173.48	144.78	91.76	63.19	34.38	23.99	20.38
20	35.68	132.51	243.71	286.25	224.95	151.69	119.21	75.07	50.50	29.20	20.75	18.07
50	21.81	66.56	179.14	197.04	164.46	117.38	82.16	51.15	32.90	21.31	15.86	14.36
85	11.89	28.51	99.62	117.79	111.82	85.59	51.81	31.88	19.41	14.35	11.51	10.81
95	8.33	17.32	52.90	81.83	89.15	71.10	39.45	24.16	14.24	11.32	9.54	9.15
Dist	L2	L2	N	G	L2	L2	L3	L2	L2	L3	G	L2

**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Cruces en Rucaco**

¹ Donde: Pex (%) corresponde a la probabilidad de excedencia, y la fila Dist entrega la abreviatura de la distribución de mejor ajuste para el mes correspondiente. La abreviatura corresponde a la 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

- Río Ñaque en Mafil

Esta estación se ubica en el río Ñaque, afluente del río Cruces, cerca de la ciudad de Mafil, a 25 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación presenta un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno, producto de importantes aportes pluviales.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto debido a los importantes aportes de lluvias invernales. A partir de septiembre se observa una clara disminución en los escurrimientos, situación que se advierte hasta abril.

En años secos los mayores caudales también se producen por aportes pluviales, entre julio y septiembre, mientras que los menores ocurren entre noviembre y mayo.

Tabla 4.2: Río Ñaque en Mafil (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	16.17	55.61	83.56	119.12	82.42	41.19	34.31	24.52	18.29	11.23	8.61	7.16
10	12.92	41.84	67.76	95.12	64.57	37.58	29.47	20.92	15.53	9.92	7.60	6.54
20	9.86	29.65	52.56	72.43	49.58	33.53	24.52	17.26	12.73	8.46	6.54	5.82
50	5.87	15.34	32.35	43.02	33.35	26.69	17.25	11.95	8.69	6.07	4.91	4.59
85	3.10	6.81	17.80	22.65	24.78	19.64	11.19	7.60	5.40	3.80	3.45	3.32
95	2.13	4.23	12.53	15.54	22.47	16.10	8.67	5.82	4.07	2.79	2.80	2.71
Dist	L2	L2	L2	L2	L3	L3	L2	L2	L3	G2	L2	G2

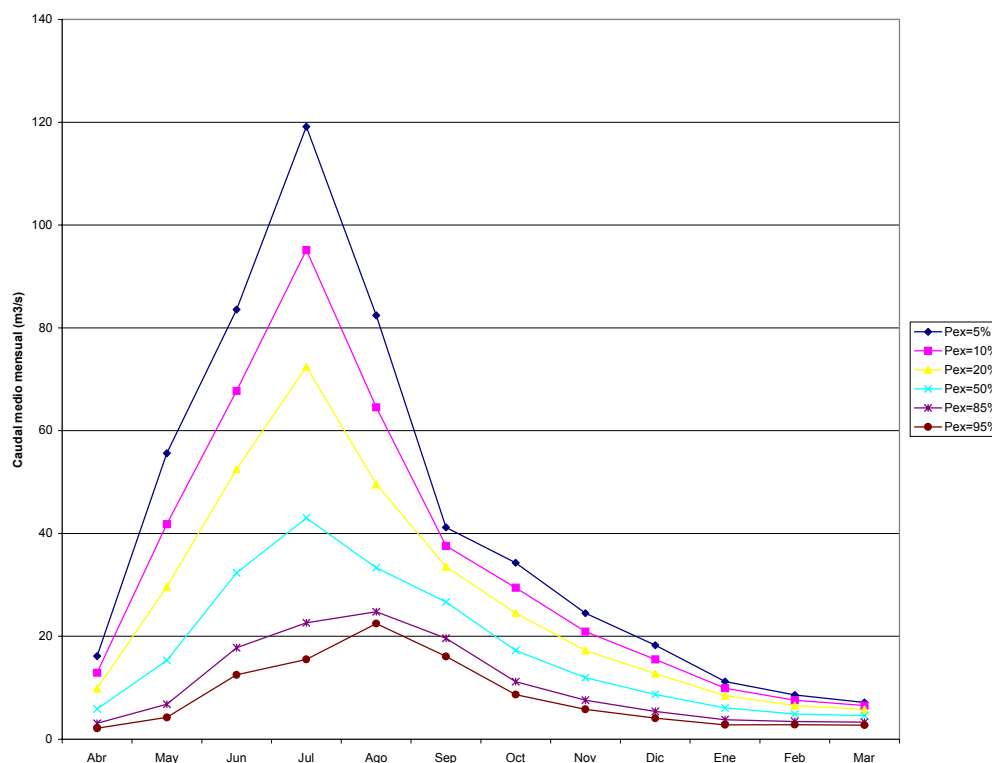


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Ñaque en Mafil

b) Subcuenca del Calle Calle

- Río Liquiñe en Liquiñe

Esta estación se ubica en el río Liquiñe, afluente del Lago Neltume, en la parte alta de la subcuenca del Calle Calle, a 600 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 es posible observar que esta estación muestra un régimen pluvio – nival, ya que sus mayores caudales ocurren durante el invierno y en menor medida en diciembre, producto de los aportes de lluvias invernales y de los deshielos.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de importantes aportes pluviales, para luego disminuir de manera gradual durante la primavera. En diciembre se pueden observar aumentos en los caudales debido a una leve influencia nival existente en la zona.

En años secos los caudales más importantes se deben a la influencia pluvial, ocurriendo entre junio y agosto, mientras que los menores se observan entre diciembre y mayo.

Tabla 4.3: Río Liquiñe en Liquiñe (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	59.04	121.91	126.50	116.65	92.47	76.39	71.98	63.73	78.18	29.83	26.36	25.39
10	47.76	98.82	112.11	103.77	80.78	66.47	64.33	55.95	64.48	26.99	23.27	22.52
20	36.94	76.64	96.85	89.33	68.58	56.13	56.15	47.77	51.06	24.02	20.02	19.47
50	22.61	47.12	73.21	65.36	50.16	40.51	43.29	35.33	32.68	19.55	15.00	14.74
85	12.35	25.89	51.87	42.27	34.12	26.64	31.43	24.36	18.86	15.57	10.52	10.47
95	8.66	18.21	42.37	31.76	27.20	20.34	26.04	19.58	13.66	13.76	8.54	8.56
Dist	L2	L2	L2	G2	L2	G	L2	L2	L2	G	L2	L2

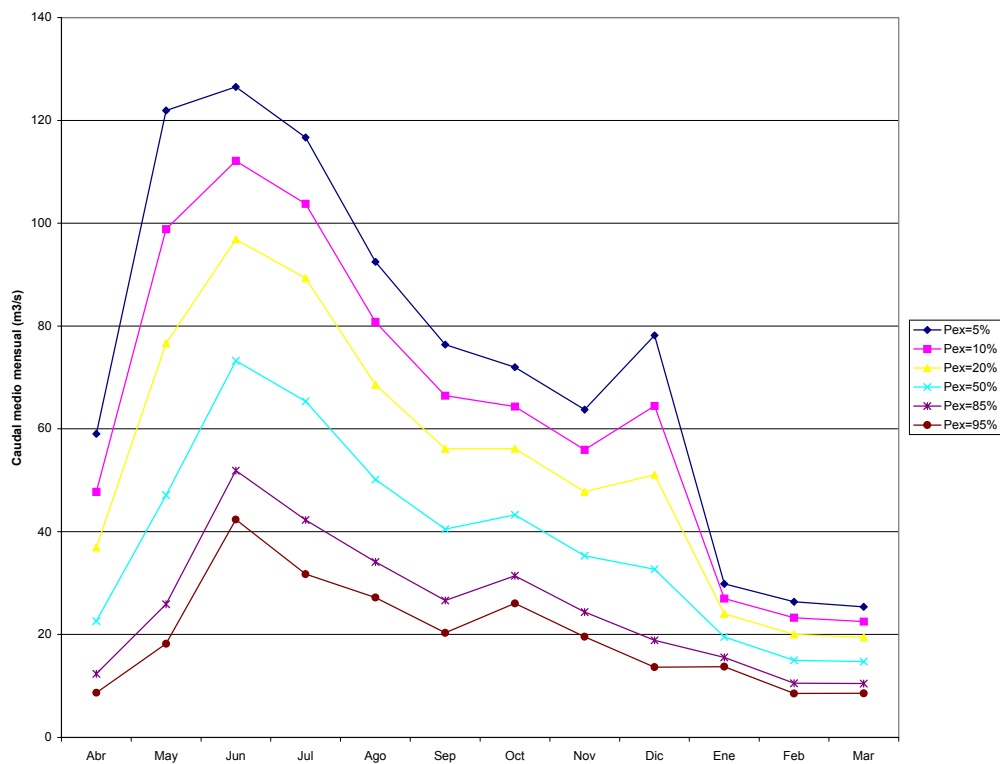


Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Liquiñe en Liquiñe

- Río San Pedro en desague Lago Riñihue

Esta estación se ubica en el nacimiento del río San Pedro, en el desague del lago Riñihue, tal como lo indica su nombre. Se encuentra a 115 m s.n.m.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de importantes aportes pluviales. Sin embargo es posible advertir cierta regulación en los caudales por parte del lago Riñihue, situación que se observa en la similitud de los valores de los caudales de los meses de octubre, noviembre y diciembre.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales. Hacia los meses de primavera los caudales disminuyen gradualmente, para finalmente mostrar sus menores valores entre febrero y marzo.

En años secos los mayores caudales se observan entre julio y septiembre, mientras que los menores lo hacen entre enero y mayo.

Tabla 4.4: Río San Pedro en desague Lago Riñihue (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	419.95	805.12	1059.35	1356.18	866.83	744.86	621.20	603.59	538.23	380.60	219.69	191.16
10	315.86	648.67	928.63	1167.39	778.72	671.54	560.42	534.89	464.65	328.29	199.15	167.09
20	228.96	499.31	787.12	970.21	683.92	595.11	494.70	462.07	388.87	274.45	176.82	143.96
50	135.85	302.79	560.75	671.99	533.52	479.67	389.77	349.32	276.70	194.89	140.88	113.18
85	87.41	163.52	346.16	411.86	392.94	377.12	290.59	247.51	181.96	127.84	106.48	91.00
95	74.51	113.87	246.29	299.58	328.37	330.59	244.56	202.17	142.25	99.80	90.34	82.97
Dist	L3	L2	L3	L3	L2	G	L2	L2	G2	L2	L2	L3

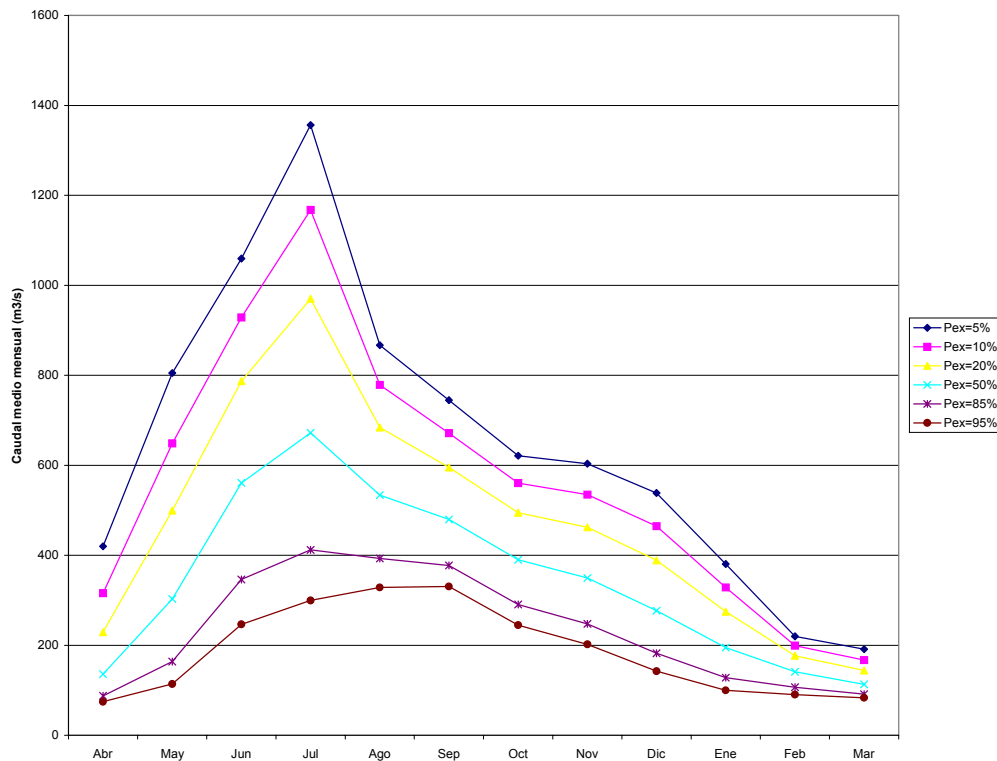


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río San Pedro en desagüe Lago Riñihue

- Río Collileufú en Los Lagos

Esta estación se ubica en la parte baja del río Collileufú, muy cerca de su junta con el río Calle Calle, en su paso por la ciudad de Los Lagos, a 25 m s.n.m.

En la tabla 4.5 y figura 4.5 es posible observar que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales durante el período invernal y con los menores durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de aportes pluviales, mientras que los menores se observan entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, ocurriendo entre junio y agosto, mientras que los menores escurrimientos se presentan entre noviembre y mayo.

Tabla 4.5: Río Collileufú en Los Lagos (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	32.10	100.34	124.77	171.82	101.32	63.78	46.69	33.01	31.30	16.70	9.12	11.08
10	24.73	73.96	106.75	145.75	89.09	56.75	40.67	28.81	24.09	14.66	8.37	9.72
20	18.03	51.11	87.59	117.74	76.23	49.27	34.40	24.44	17.95	12.41	7.50	8.31
50	9.86	25.23	57.76	74.41	56.58	37.60	24.99	17.83	11.19	8.74	5.99	6.18
85	4.69	10.57	30.59	37.74	39.20	26.95	16.86	11.95	7.51	5.32	4.44	4.28
95	3.03	6.34	18.41	23.55	31.60	22.16	13.38	9.29	6.48	3.82	3.67	3.42
Dist	L2	L2	N	G2	L2	L2	L2	G	L3	G2	G2	G

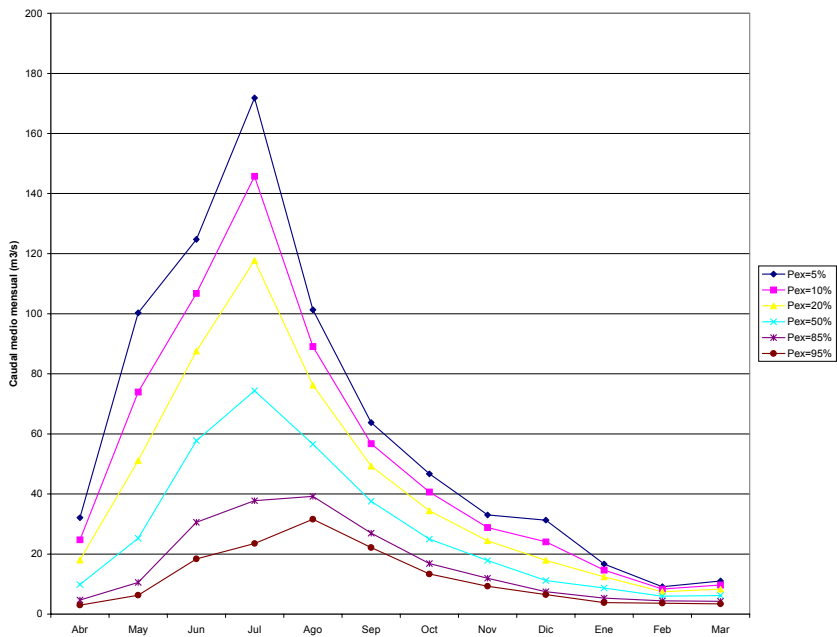


Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Collileufú en Los Lagos

- Río Calle Calle en balsa San Javier

Esta estación se ubica en el curso medio del río Calle Calle, cerca del poblado de San Javier, tal como lo indica su nombre, a 14 m s.n.m.

En la tabla 4.6 y figura 4.6 se puede observar que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de los importantes aportes pluviales. Los menores escurrimientos se observan durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de las intensas lluvias invernales que se producen en la zona. Los menores caudales se observan entre enero y abril.

En años secos los mayores caudales también se producen por aportes pluviales, presentándose entre julio y septiembre. Los menores escurrimientos se observan entre diciembre y mayo.

Tabla 4.6: Río Calle Calle en balsa San Javier (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	499.61	1201.93	1480.32	1976.49	1289.70	972.07	819.52	707.13	636.62	473.09	302.74	250.52
10	399.32	953.06	1348.25	1692.25	1146.76	873.67	729.97	637.40	551.12	399.09	267.24	219.54
20	304.40	719.58	1188.27	1396.04	994.66	771.09	634.51	559.18	461.99	324.79	227.77	187.10
50	181.21	420.56	882.52	949.56	757.83	616.15	485.40	426.82	327.36	219.07	163.01	137.84
85	95.65	217.04	505.92	562.07	542.13	478.52	348.99	290.50	207.77	134.88	101.81	94.60
95	65.72	147.16	284.71	395.59	445.30	416.07	287.50	222.16	153.51	101.44	74.55	75.84
Dist	L2	L2	N	L3	L2	G	L2	L3	G	L2	G2	L2

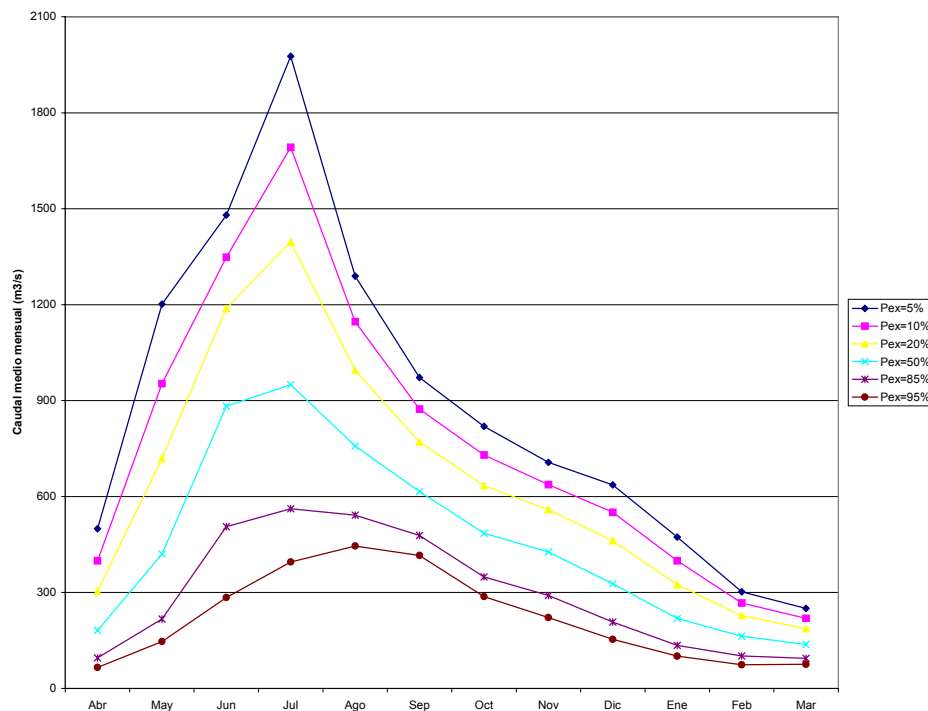


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Calle Calle en balsa San Javier

4.1.2 Conclusiones

De acuerdo a las curvas de variación estacional presentadas en el capítulo anterior se caracterizará hidrológicamente la cuenca del río Valdivia, especificando el período de estiaje de cada subcuenca.

a) Subcuenca del Cruces

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Cruces, el que nace en el extremo noreste de la cuenca en estudio, en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén. Esta subcuenca presenta un marcado régimen pluvial, ya que sus mayores caudales se observan durante el período de lluvias invernales, y los menores escurrimientos durante el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. En años normales y secos también se observa este claro carácter pluvial, con los mayores entre julio y septiembre.

El período de menores caudales se observa en el trimestre dado por los meses de enero, febrero y marzo.

b) Subcuenca del Calle Calle

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Calle Calle, incluyendo las subcuencas de sus principales afluentes, los ríos San Pedro y Collileufú. En toda esta subcuenca se observa un claro régimen pluvial, salvo en el río Liquiñe, afluente del lago Neltume, el que presenta un régimen pluvio – nival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. Los menores escurrimientos se observan entre enero y marzo. En años normales y secos también se observa la importancia de los aportes pluviales, produciéndose los mayores escurrimientos entre junio y agosto.

El período de menores caudales se presenta en el trimestre dado por los meses de enero, febrero y marzo.

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

Tabla 4.7: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Valdivia

Nº	Subcuenca	Período Estiaje
1	Cruces	Enero – Febero – Marzo
2	Calle Calle	Enero – Febero – Marzo

4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

4.2.1 Selección de parámetros

De acuerdo a la metodología establecida para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, corresponde seleccionar los parámetros a analizar. Los parámetros seleccionados están formados por: parámetros obligatorios y parámetros principales. Los parámetros obligatorios son 6 y siempre los mismos para todas las cuencas. Los parámetros principales son propios de cada cuenca, por ser significativos desde el punto de vista de la calidad de agua.

a) Parámetros obligatorios

Los parámetros obligatorios definidos son: conductividad, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

Para DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros, no se dispone de datos para el análisis de este estudio.

b) Parámetros principales

Para seleccionar los parámetros principales se compara el valor que aparece, en el *Instructivo* como 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 4.8 se indica el rango máximo y mínimo de todos los parámetros del *Instructivo* que poseen datos registrados en la BDD. Aquellos sin datos se señalan como “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 esta cuenca.

Tabla 4.8: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Valdivia

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	4.3	8443.7	<600	Obligatorio
DBO5	mg/L	s/i	s/i	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.9	15.8	>7.5	Obligatorio
Ph	unidad	5.7	8.5	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	0.2	19.2	<2.4	Si
Sólidos disueltos	mg/L	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/i	s/i	<24	Obligatorio
Temperatura	°C	-	-	<0.5	No
INORGANICOS					
Amonio	mg/L	s/i	s/i	<0.5	No
Cianuro	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	mg/L	1.5	1952.0	<80	Si
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	mg/L	0.2	232.9	<120	Si
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0.04	No
ORGANICOS		s/i	s/i		No
ORGANICOS PLAGUICIDAS		s/i	s/i		No
METALES ESENCIALES					
Boro	mg/L	0.02	1.26	<0.4	Si
Cobre	μg/L	1	80	<7.2	Si
Cromo total	μg/L	<10	80	<8	Si
Hierro	mg/L	0.001	3.910	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	0.001	0.085	<0.04	Si

Tabla 4.8 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Valdivia

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
Molibdeno	mg/L	<0.01	<0.01	<0.008	No
Níquel	µg/L	<10	<10	<42	No
Selenio	µg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	0.001	0.04	<0,096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0.01	1.00	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	<0.001	0.01	<0.04	No
Cadmio	µg/L	1	<10	<1.8	No
Estaño	µg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	<1	13	<0.04	Si
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
MICROBIOLOGICOS					
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

- Parámetros Obligatorios
 - Conductividad Eléctrica
 - DBO₅
 - Oxígeno Disuelto
 - pH
 - Sólidos Suspendedos
 - Coliformes Fecales
- Parámetros Principales
 - RAS
 - Cloruro
 - Sulfato
 - Boro
 - Cobre
 - Cromo_{total}
 - Hierro

- Manganeso
- Aluminio
- Mercurio

De acuerdo al programa de muestreo puntual realizado por CADE-IDEPE (ver 4.2.5), los siguientes parámetros exceden la clase 0, de manera que también son considerados como parámetros seleccionados.

- Color Aparente
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: zinc, arsénico, níquel y selenio, los valores de estos dos últimos corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

No es posible realizar un análisis para los parámetros: molibdeno, cadmio y plomo, ya que su valor corresponde al límite de detección (LD) analítico que es superior 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 período 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 de río Valdivia: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, aluminio y mercurio.

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 4.9.

Tabla 4.9: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
Conductividad Eléctrica:	
	<u>Río Calle Calle:</u> En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento en dos períodos el primero hasta 1996 que disminuye en aproximadamente en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el segundo que en los últimos seis años de la serie de tiempo aumenta los 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una tendencia central en un valor de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río Cruces:</u> En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento en dos periodos el primero hasta 1997 que disminuye en aproximadamente en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el segundo que en los últimos cinco años de la serie de tiempo aumenta en 9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una tendencia central en un valor de 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río Enco:</u> En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de catorce años e interrumpida entre los años 1997 al 2000, un comportamiento en dos períodos el primero hasta 1997 que disminuye en aproximadamente en 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el segundo entre los años 2000-2002 aumenta en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una tendencia central en un valor de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río Huanahue:</u> En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, un comportamiento en dos períodos el primero hasta 1998 que permanece constante en aproximadamente en un valor de 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el segundo que en los últimos tres años de la serie de tiempo aumenta en 11 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una tendencia central en un valor de 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río Liquiñe:</u> En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa hasta el año 1997 una tendencia central plana, a partir de la cual se observa un aumento hasta aprox. 50 $\mu\text{g}/\text{L}$.
	<u>Río Llanquihue:</u> En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento en tres períodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta el año 1991 que tiende a disminuir en aproximadamente 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el segundo entre los años 1991 al 2000 permanece constante en 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en los últimos dos años de la serie se observa un aumento en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una tendencia central en un valor de 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río San Pedro:</u> En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observan tres períodos comportamientos. El primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1991 hasta valor de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Luego presenta una tendencia decreciente hasta el año 1998, y luego aumenta en los últimos años de la serie de tiempo, hasta un valor de 58 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
	<u>Río Valdivia:</u> En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento que disminuye desde el comienzo de la serie de tiempo hasta el año 1994 en 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para permanecer constante en un solo valor hasta el término de la serie de tiempo.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
Oxígeno Disuelto:	
	<u>Río Calle Calle:</u> En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento disímil desde el comienzo de la serie de tiempo permanece constante en un mismo valor hasta el año 1993, en un periodo de tres años hasta 1996 aumenta en 0,5 mg/l para luego disminuir hasta el término de la serie de tiempo en aproximadamente en 1 mg/l, con una tendencia central decreciente en un valor de 10 mg/l.
	<u>Río Cruces:</u> En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de diez años, un comportamiento en dos periodos el primero desde 1988 hasta 1998 que permanece constante en un mismo valor, en el segundo periodo desde 1998 hasta el término de la serie de tiempo con un comportamiento que disminuye en 0.3 mg/l aproximadamente con una tendencia central decreciente en un valor de 10,5 mg/l.
	<u>Río Enco:</u> En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo desde 1991 hasta el año 2001 un comportamiento constante en un mismo valor, con una tendencia central plana en un valor de 10,1 mg/l.
	<u>Río Huanahue:</u> Se observa durante los dos primeros años una tendencia levemente creciente hasta aprox. 10,3 mg/L, manteniéndose prácticamente en ese valor hasta 1996, desde donde comienza a decrecer levemente hasta 10 mg/L.
	<u>Río Liquiñe:</u> Tendencia plana hasta 1992, luego ascendente hasta 11,5 mg/L permaneciendo estable alrededor de este punto hasta 1996, en el último periodo desciente hasta aprox. 11 mg/L.
	<u>Río Llanquihue:</u> Tendencia ascendente durante los primeros cinco años, luego un comportamiento estable hasta 1996 en 11 mg/L, para finalmente descender levemente hasta 10,8 mg/L aprox.
	<u>Río San Pedro:</u> Hasta 1996 la tendencia oscila entre 10 y 10,5 mg/L, luego tiene un campo teniendo decreciente hasta aprox. 9,5 mg/L.
	<u>Río Valdivia:</u> Tendencia ascendente hasta 1998, luego plana en aprox. 9,8 mg/L hasta 1991, posteriormente aumenta levemente para descender hasta 9,5 mg/L hasta 2002.
	
pH:	
	<u>Río Calle Calle:</u> En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa un comportamiento oscilante creciente hasta un valor de 7,1.
	<u>Río Cruces:</u> En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento en dos periodos. El primero, hasta 1997 que disminuye en aproximadamente en 0,15 unidades y el segundo que en los últimos cinco años de la serie de tiempo aumentando hasta 6,9.
	
	

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de trece años desde 1989 hasta el año 2002 un comportamiento que aumenta en 0,2 unidades, con una tendencia central plana en un valor de 7,0.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años, dos comportamientos el primero hasta 1989 donde se observa una disminución en 0,3 unidades aproximadamente, y el segundo período hasta el término de la serie de tiempo con un comportamiento que aumenta en 0,5 unidades a lo largo de la serie de tiempo y una tendencia central creciente en un valor de 7,2 unidades.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de dieciocho años, donde se observan un comportamiento variable, en los primeros diez años tiende a disminuir en 0.2 unidades y desde 1994 hasta el término de la serie de tiempo tiende a crecer en aproximadamente 0.1 unidades, la tendencia central, en los últimos años es creciente en un valor de 7,0.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento desde 1990 en adelante que tiende a crecer a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 7 unidades.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento en dos períodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1989 disminuye en 0,3 unidades aproximadamente, y luego se observa hasta el término de la serie de tiempo un aumento en aproximadamente 4 unidades a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 7,1.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de catorce años, se observa un comportamiento que va en aumento oscilante desde el comienzo de la serie de tiempo hasta su término, a lo largo de la serie de tiempo crece en 0.2 unidades .La tendencia central es creciente desde el inicio de la serie de tiempo en un valor de 6.9 unidades.
RAS:	
<u>Río Calle Calle</u> :	Serie interrumpida entre 1996 y 1999. Inicialmente presenta un comportamiento decreciente y posteriormente plano incluso luego de la interrupción.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 a 1999, un comportamiento en dos periodos el primero hasta 1989 que aumenta en aproximadamente en 0,1 y el segundo que disminuye a lo largo de la serie de tiempo interrumpida. La tendencia central es decreciente en un valor de 0,45.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 al 2000 un comportamiento decreciente desde 1989 hasta 1993, la tendencia central es constante en un valor de 0,38.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Huanahue:</u>	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre 1993 a 1999 un comportamiento constante en un solo valor a lo largo de toda la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 0,42.
<u>Río Liquiñe:</u>	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de dieciocho años e interrumpida desde 1992 hasta el año 2000, donde se observan un comportamiento que tiende a crecer en 0,1 a lo largo del periodo de cinco años desde el comienzo de la serie de tiempo hasta 1989, y luego permanece constante en un solo valor hasta el término con una tendencia central plana en un valor de 0,4.
<u>Río Llanquihue:</u>	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo desde 1989 al 2002 e interrumpida entre los años 1993 al 2000, un comportamiento constante en un mismo rango, con una tendencia central plana en un valor de 0,38.
<u>Río San Pedro:</u>	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento que disminuye en un valor de 0.5 a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 9,5.
<u>Río Valdivia:</u>	En un comienzo presenta un comportamiento ascendente, luego plano hasta 1991, posteriormente levemente decreciente hasta 9,2 mg/L aprox.
Cloruro:	
<u>Río Calle Calle:</u>	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de cuatro años e interrumpida entre los años 1993 al 1999, un comportamiento disímil en un primer periodo desde el comienzo de la serie hasta el año 1989 tiende aumentar, luego disminuye hasta 1993, en los últimos dos años permanece constante en un mismo valor, con una tendencia central plana en un valor de 3, 5 mg/L.
<u>Río Cruces:</u>	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 a 1999, un comportamiento en dos periodos el primero hasta 1988 que aumenta en aproximadamente en 0.5 mg/l y el segundo que disminuye a lo largo de la serie de tiempo interrumpida hasta 1993 permaneciendo constante en un mismo valor hasta el termino de la serie de tiempo. La tendencia central, en los últimos años es plana en un valor de 0,38 mg/L.
<u>Río Enco:</u>	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 hasta el 2000 inclusive un comportamiento decreciente desde el inicio hasta 1993 para permanecer constante en un mismo valor hasta el termino de la serie de tiempo, la tendencia central es constante desde 1993 en un valor de 3,0 mg/L.
<u>Río Huanahue:</u>	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre 1993 hasta 1999 un comportamiento decreciente hasta 1993 y luego permanece constante en un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 3.5 mg/L.
<u>Río Liquiñe:</u>	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de dieciocho años e interrumpida por diez años entre 1989-1998, un comportamiento que tiende a decrecer en aproximadamente un 1mg/l desde el inicio de la serie de tiempo hasta el año 1989, desde el año 2000 al 2002 se mantiene constante en un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 3,5 mg/l.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1987 al 2002 e interrumpida entre los años 1993 al 2001, un comportamiento oscilante, con una tendencia central en un valor de 3,5 mg/L.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años e interrumpida entre los años 1993 al 2001, un comportamiento oscilante hasta 1990, en adelante hasta el término de la serie de tiempo permanece constante en un mismo valor, con una tendencia central plana 3,5 mg/L.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento que disminuye en aproximadamente 1500 mg/l, en adelante hasta el término de la serie de tiempo permanece constante en un mismo valor, con una tendencia central plana 250 mg/L.
Sulfato:	
<u>Río Calle Calle</u> :	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de siete años e interrumpida entre los años 1993 al 1999, un comportamiento constante en un mismo valor, con una tendencia central plana en un valor de 0,7 mg/L.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 a 1999, un comportamiento en dos períodos el primero hasta 1988 disminuye en aproximadamente en 0,5 mg/l y el segundo período aumenta a lo largo de la serie de tiempo, interrumpida. La tendencia central, en los últimos años es plana en un valor de 0,8 mg/l.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 hasta el 2002 un comportamiento oscilante desde el comienzo de la serie de tiempo hasta 1989 y luego permanecer constante en un mismo valor hasta el término de la serie de tiempo, la tendencia central es constante en un valor de 0,75 mg/l.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre 1993 hasta 1999 un comportamiento disímil desde el comienzo de la serie de tiempo hasta 1989 y luego permanece constante en un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 0.52 mg/l.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de diecisiete años e interrumpida por diez años entre 1990-2000, un comportamiento disímil con una tendencia central en un valor de 1,2 mg/L.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1987 al 2002 e interrumpida entre los años 1993 al 2000, un comportamiento oscilante, con una tendencia central en un valor de 1,2 mg/L.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río San Pedro:</u>	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1992 al 2000, un comportamiento desde 1988 hasta 1992 constante en un mismo valor en 1992 se observa un peak de aumento de 0.4 mg/l permaneciendo constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en 1,3 mg/L.
<u>Río Valdivia:</u>	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de quince años e interrumpida entre los años 1993 al 2001, se observa un comportamiento desde el inicio hasta 1993 que disminuye a lo largo de la serie de tiempo y luego permanece constante hasta su término. La tendencia central en un valor de 50 mg/L.
Boro:	
<u>Río Calle Calle:</u>	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de trece años e interrumpida entre los años 1994 al 1996, desde 1996 a 1999 permanece constante en un mismo valor, y desde 1999 hasta el término de la serie de tiempo tiende con una tendencia central en un valor de 0,4 mg/L.
<u>Río Cruces:</u>	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años comportamientos variables los que se pueden dividir en tres períodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,3 mg/l, el segundo período permanece constante en un mismo valor y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,15 mg/L. La tendencia central en un valor de 0,35 mg/L.
<u>Río Enco:</u>	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años e interrumpida entre los años 1998 hasta el 2000, comportamientos variables los que se dividen desde 1987 hasta 1996 disminuyendo en 0,3 mg/L apróximadamente, luego permanece constante en un mismo valor desde 1996 a 1998 y por último tiende a crecer en 1,2 mg/l hasta el término de la serie de tiempo, la tendencia central no tienen un comportamiento definido en un valor de 0,38 mg/L .
<u>Río Huanahue:</u>	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años comportamientos variables los que se pueden dividir en tres periodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,3 mg/L, el segundo periodo permanece constante en un mismo valor y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,15 mg/l. La tendencia central en un valor de 0,40 mg/L.
<u>Río Liquiñe:</u>	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de dieciséis años, comportamientos variables los que se pueden dividir en tres períodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,32 mg/l, el segundo período permanece constante en un mismo valor 0,18 mg/L y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,12 mg/l. La tendencia central en un valor de 0,30 mg/l.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1987 al 2002, comportamientos variables los que se pueden dividir en tres periodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,25 mg/l, el segundo período permanece constante en un mismo valor 0,20 mg/l y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,12 mg/l . La tendencia central en un valor de 0,32 mg/l.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, comportamientos variables los que se pueden dividir en tres periodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,15 mg/l, el segundo período permanece constante en un mismo valor 0,20 mg/l y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,15 mg/l. La tendencia central en un valor de 0,35 mg/l.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa comportamientos variables los que se pueden dividir en tres periodos el primero desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1995 el que tiende a disminuir en aproximadamente en 0,28 mg/l, el segundo período permanece constante en un mismo valor 0,28 mg/l y el último desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo aumenta en 0,12 mg/l. La tendencia central en un valor de 0,40 mg/l.
Cobre:	
<u>Río Calle Calle</u> :	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de catorce años, un comportamiento que permanece constante en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 15 µg/L.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de la serie de tiempo en aproximadamente 10 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 10 µg/L.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de toda la serie de tiempo en 30 µg/L l , con una tendencia central decreciente en un valor de 10 µg/L l.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento constante que oscila en un mismo rango a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 10 µg/L.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento constante que oscila en un mismo rango a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 10 µg/L.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1987 al 2002, un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de toda la serie de tiempo en 25 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 10 µg/L.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento constante que oscila en un rango entre 10-18 µg/L a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 10 µg/L.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento constante que oscila en un rango entre 10-15 ug/l a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 10 µg/L.
Cromo_{total} :	
<u>Río Calle Calle</u> :	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier hasta 1997 el comportamiento es creciente hasta aprox. 28 µg/L para posteriormente presentar una tendencia decreciente hasta aprox. 16 µg/L.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de seis años (1996-2001), un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de toda la serie de tiempo en aproximadamente 18 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/L.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de seis años e interrumpida entre los años 1997-2000, un comportamiento que se puede dividir en dos períodos, el primero hasta 1997 donde tiende a aumentar y el segundo desde el 2000 hasta el término de la serie donde disminuye en aproximadamente en 2,0 µg/L, con una tendencia central en un valor de 14 µg/L.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1996 hasta 1997 tiende a aumentar en 20 ug/l y desde 1997 hasta el término de la serie de tiempo disminuye en 13 µg/L, con una tendencia central de creciente en un valor de 17 µg/L.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1995 hasta 1996 tiende a aumentar en 23 µg/L y desde 1997 hasta el termino de la serie de tiempo disminuye en 15 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/L.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1996 al 2001, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1996 hasta 1997 tiende a aumentar en 15 µg/L y desde 1997 hasta el término de la serie de tiempo disminuye en 0,08 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 17 µg/L.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que aumenta en 5 µg/L a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 15 µg/L l.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento que aumenta desde 1996 a 1997 en 10 µg/L y desde 1997 hasta el término de la serie de tiempo disminuye en 15 µg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 22 µg/L.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
Hierro:	
<u>Río Calle Calle:</u>	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de diez años, un comportamiento que tiende a permanecer constante en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,25 mg/L.
<u>Río Cruces:</u>	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de toda la serie de tiempo en aproximadamente 0,8 mg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 0,52 mg/L.
<u>Río Enco:</u>	En la estación río Enco en Chan Chan se observa, en una serie de tiempo de quince años entre los años 1987-2001, un comportamiento que oscila en un rango entre 0,05-0,1 mg/L a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en 0,05 mg/L.
<u>Río Huanahue:</u>	Se observa un comportamiento creciente hasta aprox. 1995 (0,15 mg/L) y luego levemente decreciente hasta un valor de 0,11 mg/L.
<u>Río Liquiñe:</u>	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de dieciocho años, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1984 hasta 1995 tiende a aumentar en 0,35 mg/L y desde 1995 hasta el término de la serie de tiempo disminuye en 0,05 mg/L, con una tendencia central en un valor de 0,30 mg/L.
<u>Río Llanquihue:</u>	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo que va desde 1987 al 2002, un comportamiento que permanece constante alrededor de un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 0,25 mg/L.
<u>Río San Pedro:</u>	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que permanece constante alrededor de un mismo valor durante toda la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 0,20 mg/L.
<u>Río Valdivia:</u>	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento que permanece constante desde 1989 alrededor de un mismo valor durante toda la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 0,40 mg/L.
Manganeso:	
<u>Río Calle Calle:</u>	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de seis años, desde 1996 a 1997 permanece constante, y desde 1997 hasta 1998 tiende a crecer en aproximadamente 0,005 mg/L, desde 1998 a 1999 decrece en 0,002 mg/L para luego permanecer constante en un solo valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,013 mg/L.
<u>Río Cruces:</u>	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que tiende a disminuir desde 1997 hasta el término de la serie de tiempo en aproximadamente 0,016 mg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 0,032 mg/L.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan los registros corresponden al límite de detección analítico lo que no permite análisis de la tendencia central.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que disminuye a lo largo del año y a lo largo de la serie de tiempo, este comportamiento ocurre en un rango aproximado entre 0,010 a 0,015 mg/L. La tendencia central en un valor de 0,013 mg/L.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1996 hasta 1997 tiende a disminuir en 0.018 mg/L y desde 1998 hasta el término de la serie de tiempo permanece constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 0,012 mg/L.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli en una serie de tiempo de seis años e interrumpida desde 1999-2000, un comportamiento que permanece constante a lo largo del año y aumenta a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 0,013 mg/L.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en períodos desde 1996 hasta 1997 permanece constante a lo largo del año y aumenta en 1998 en aproximadamente 0,005 mg/L para permanecer constante hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 0,012 mg/L.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento que disminuye desde 1996 a 1997 en 0,007 mg/L, en 1997 aumenta en 0.007 mg/L y permanece constante hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,020 mg/L.
Aluminio:	
<u>Río Calle Calle</u> :	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa, en una serie de tiempo de seis años, desde 1996 a 1997 se tiene un aumento de 0,25 mg/L, luego hasta el término de la serie de tiempo disminuye hasta 1998 en 0,07 mg/L para luego permanecer constante en un solo valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,18 mg/L.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento oscilante aumentando y disminuyendo a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central alrededor de un valor de 0,35 mg/L.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan en una serie de tiempo desde 1996 a 2002 e interrumpida entre los años 1997-2000, no es posible realizar un análisis exhaustivo del comportamiento a lo largo de la serie de tiempo.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que disminuye a lo largo de la serie de tiempo en 0,10 mg/L. La tendencia central en un valor de 0,11 mg/L.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe se observa en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en dos períodos, desde 1996 hasta 1998 tiende a disminuir en 0,018 mg/L y desde el año 2000 hasta el término de la serie de tiempo permanece constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 0,20 mg/L.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli en una serie de tiempo de seis años e interrumpida desde 1998-2000, un comportamiento disímil a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central en un valor de 0,20 mg/L.
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que se divide en periodos desde 1996 hasta 1997 aumenta en 0,018 mg/L, y luego disminuye en 0,06 mg/L hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,12 mg/L.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento creciente desde 1996 a 1998 en 0.15 mg/l, luego disminuye en 0,05 mg/L y presenta un comportamiento disímil hasta el término de la serie de tiempo el término de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,25 mg/L.
Mercurio:	
<u>Río Calle Calle</u> :	En la estación río Calle Calle en Balsadero San Javier se observa un comportamiento disímil, en una serie de tiempo de seis años, desde el inicio de la serie en 1996 hasta comienzos del 1997 permanece constante en un mismo valor, en el año 1997 tiende a crecer en 2 µg/l, desde 1997 hasta el año 2001 disminuye en 1.3 µg/l, y en el año 2001 presenta un peak de aumento. La tendencia central alcanza un valor de aprox. 2,2 µg/l.
<u>Río Cruces</u> :	En la estación río Cruces en Rucaco los registros corresponden al límite de detección analítico lo que no permite análisis de la tendencia central.
<u>Río Enco</u> :	En la estación río Enco en Chan Chan los registros corresponden al límite de detección analítico lo que no permite análisis de la tendencia central.
<u>Río Huanahue</u> :	En la estación río Huanahue antes del lago Panguipulli se observa, en una serie de tiempo de siete años, un comportamiento constante en un valor hasta 1998, luego aumenta en 0,4 µg/l aproximadamente, disminuye hasta el año 2000 y permanece constante hasta el término de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente en un valor de 1,2 µg/l.
<u>Río Liquiñe</u> :	En la estación río Liquiñe en Liquiñe los registros corresponden al límite de detección analítico lo que no permite análisis de la tendencia central.
<u>Río Llanquihue</u> :	En la estación río Llanquihue antes del lago Panguipulli en una serie de tiempo de siete años, se observa un comportamiento que permanece constante hasta 1998, presenta un peak de aumento de 0,1 µg/l y luego permanece constante hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 1,1 µg/l.

Tabla 4.9 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO VALDIVIA	
<u>Río San Pedro</u> :	En la estación río San Pedro en Desague Lago Riñihue se observa, en una serie de tiempo de siete años, un comportamiento que permanece constante hasta 1998, presenta un peak de aumento de 0,1 µg/l y luego permanece constante hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 1,1 µg/l.
<u>Río Valdivia</u> :	En la estación río Valdivia en Transbordador, en una serie de tiempo de siete años, se observa un comportamiento que disminuye desde 1996 hasta 1998 en aproximadamente en 8 µg/l, presenta un peak cercano a 1,0 µg/l y permanece constante hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana, en los últimos años, en un valor de 3,0 µg/l.

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres 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; en segundo término, la información complementaria está enfocada verificar la clase actual en algunos segmentos de los cauces seleccionados y en tercer lugar, se requiere contar con una información puntual en cauces en los cuales se carece de toda otra información. En el caso de esta cuenca, se ha privilegiado las mediciones en aquellos puntos donde se sitúan estaciones de calidad de la DGA para completar los datos faltantes en esas estaciones: Río Calle Calle en Balseadero, Río Cruces en El Paico, Río Valdivia en Trasbordador. También se muestreó en los siguientes lugares: Río Calle Calle en Antihue y río Iñaque (afluente del río Cruces) en Máfil.

Es importante señalar 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 requieren ser corroborados.

Considerando estos aspectos, en octubre 2003 se llevó a cabo el siguiente programa de muestreo:

Tabla 4.10: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
1012CA10	Río Calle Calle en Balsadero	Est. DGA suspendida	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
1013CR30	Río Cruces en El Paico	Punto sin información	
1014VA10	Río Valdivia en Traslador	Est. DGA suspendida	
1012CA10	Río Calle Calle en Antihue	Punto sin información	
1013IN10	Río Ñaque en Mafil	Punto sin información	

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 Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE durante el desarrollo de la presente consultoría (información nivel 4) y estimaciones teóricas (información nivel 5) de los parámetros obligatorios DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, en caso de carecer de información de nivel superior. El método de cálculo de estos parámetros se presenta en la Sección II del Informe Final, la cual está destinada a presentar la metodología general del estudio.

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 en las tablas de calidad del agua 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 en las tablas de calidad del agua por el valor entre dos paréntesis. (ejemplo OD = ((10,5)))

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

- Información DGA

Nivel 1, 2,3 para los periodos estacionales de invierno, verano, primavera y otoño.

- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4
- Estimaciones del Consultor: Nivel 5

Para la cuenca del río Valdivia, la Base de Datos Integrada (BDI) se presenta en la forma de 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 período 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 4.11 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Imperial, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

Tabla 4.11: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Valdivia
Información DGA

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	(55,7)	0	50,0	0	46,0	0	(54,1)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	35,9	0	47,9	0	38,9	0	(48,5)	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(53,3)	0	50,5	0	49,9	0	((47,4))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(61,4)	0	60,6	0	62,3	0	(73,3)	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	40,0	0	55,2	0	46,9	0	57,6	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	42,9	0	59,0	0	47,0	0	(55,7)	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(57,8)	0	55,0	0	48,9	0	(81,7)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	130,2	0	4682,2	4	56,8	0	(1645,6)	3

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	(10,8)	0	10,6	0	10,8	0	(9,9)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	(10,6)	0	(9,6)	0	(10,2)	0	(9,7)	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(11,2)	0	(9,7)	0	(10,2)	0	((9,6))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(10,9)	0	9,6	0	11,4	0	(9,8)	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	(11,7)	0	11,4	0	(11,3)	0	(10,9)	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	(11,7)	0	(10,9)	0	(10,5)	0	(9,9)	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(10,1)	0	(8,9)	0	(9,4)	0	(9,2)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	11,0	0	(9,0)	0	(10,0)	0	(8,5)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	(7,2)	0	7,7	0	7,1	0	(7,0)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	6,7	0	7,3	0	7,0	0	(7,0)	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(7,0)	0	7,4	0	7,0	0	((7,2))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(7,1)	0	7,7	0	7,3	0	(7,5)	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	7,2	0	7,3	0	7,0	0	7,2	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	7,2	0	7,4	0	7,2	0	(7,2)	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(7,0)	0	7,5	0	7,1	0	(7,2)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	7,0	0	7,1	0	7,0	0	(7,2)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	RAS							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((0,4))	0	(0,4)	0	(0,3)	0	(0,4)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	(0,4)	0	(0,4)	0	(0,4)	0	((0,4))	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(0,3)	0	(0,4)	0	(0,4)	0	((0,4))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(0,4)	0	(0,4)	0	(0,4)	0	((0,4))	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	(0,3)	0	(0,5)	0	(0,4)	0	(0,4)	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	(0,3)	0	(0,4)	0	(0,4)	0	((0,3))	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(0,4)	0	(0,4)	0	(0,3)	0	((0,3))	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	(2,2)	0	(12,4)	4	(0,9)	0	(4,7)	2

**Tabla 4.11 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales
en la Cuenca del Río Valdivia. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cloruro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((3,6))	0	(3,4)	0	(3,3)	0	(3,5)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	(3,5)	0	(3,8)	0	(3,7)	0	((4,0))	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(3,1)	0	(3,3)	0	(2,5)	0	((3,1))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(3,5)	0	(3,3)	0	(3,2)	0	((3,5))	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	(2,9)	0	(3,8)	0	(3,6)	0	(3,1)	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	(3,4)	0	(3,4)	0	(3,0)	0	((3,1))	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(3,6)	0	(3,5)	0	(3,4)	0	((3,3))	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	(88,5)	1	(996,2)	4	(13,2)	0	((244,4))	4

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sulfato (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((0,5))	0	(0,9)	0	(0,6)	0	((0,7))	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	(0,5)	0	(1,5)	0	(0,6)	0	((0,4))	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(0,5)	0	(1,2)	0	(0,7)	0	((0,7))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(0,4)	0	(0,6)	0	(0,6)	0	((0,7))	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	(1,4)	0	(1,4)	0	(1,2)	0	(0,5)	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	(0,6)	0	(2,4)	0	(0,7)	0	((0,8))	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(0,7)	0	(1,5)	0	(0,6)	0	(2,0)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	(17,1)	0	(178,7)	2	(2,9)	0	(38,0)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Boro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,5)	1	(0,4)	1
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,5)	1	(0,2)	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,4)	1	((0,3))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,5)	1	((0,5))	1
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	(0,3)	0	(0,2)	0	(0,5)	1	((0,2))	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	(0,3)	0	(0,2)	0	(0,5)	1	((0,3))	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	(0,3)	0	(0,3)	0	(0,5)	1	(0,2)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	(0,3)	0	(0,5)	1	(0,4)	1	(0,3)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(11)	2
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	16	2	<10	<2	<10	<2	(8)	1
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(11)	2	<10	<2	<10	<2	((8))	1
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(8)	1
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(6)	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(9)	1
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	<10	<2	12	2	<10	<2	(<10)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cromo (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((28))	2	(<10)	<1	(11)	2	((27))	2
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	((20))	2	(<10)	<1	(19)	2	((28))	2
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	((20))	2	((<10))	<1	((<10))	<1	((20))	2
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	((25))	2	(<10)	<1	(13)	2	((25))	2
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	((20))	2	((13))	2	(18)	2	((23))	2
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	((23))	2	((<10))	<1	((<10))	<1	((35))	2
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINIHUE	((13))	2	((<10))	<1	(14)	2	((23))	2
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	((23))	2	((<10))	<1	(22)	2	((33))	2

**Tabla 4.11 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales
en la Cuenca del Río Valdivia. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	(0,22)	0	0,19	0	0,14	0	(0,15)	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	0,69	0	0,53	0	0,42	0	(0,33)	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	(0,06)	0	0,07	0	0,04	0	((0,03))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	0,21	0	0,09	0	0,04	0	(0,13)	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	0,36	0	0,24	0	0,14	0	0,23	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	0,22	0	0,14	0	0,13	0	(0,06)	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINI HUE	0,05	0	0,04	0	0,03	0	(0,27)	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	0,35	0	0,34	0	0,29	0	(0,38)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((<0,01))	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	((<0,01))	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	((0,05))	1	(0,04)	1	(0,03)	0	((0,02))	0
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	((<0,01))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	((<0,01))	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	((<0,01))	0
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	((<0,01))	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	((<0,01))	0
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	((<0,01))	0	(<0,01)	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINI HUE	((<0,01))	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	((<0,01))	0
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	((0,02))	0	(0,02)	0	(<0,01)	0	((0,02))	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((0,33))	2	((0,10))	2	(0,17)	2	((0,01))	0
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	((0,53))	2	((0,35))	2	(0,28)	2	((0,17))	2
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	((0,20))	2	((0,07))	1	((0,03))	0		
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	((0,23))	2	((0,09))	1	(0,06)	0	((0,09))	1
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	((0,45))	2	((0,15))	2	((0,09))	1	((0,15))	2
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	((0,35))	2	((0,31))	2	((0,02))	0	((0,10))	2
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINI HUE	((0,18))	2	((0,07))	1	(0,05)	0	((0,30))	2
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	((0,33))	2	((0,40))	2	(0,19)	2	((0,15))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Mercurio (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO CALLE-CALLE EN BALSADERO SAN JAVIER (CA)	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4	(2,4)	4	((6,0))	4
RIO CRUCES EN RUCACO (CA)	((<1,0))	<4	(<1,0)	<4	(<1,0)	<4	((<1,0))	<4
RIO ENCO EN CHAN-CHAN (CA)	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4		
RIO HUANAHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI (CA)	((1,5))	4	(<1,0)	<4	(1,2)	4	((<1,0))	<4
RIO LIQUINE EN LIQUINE (CA)	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4	((1,5))	4	((<1,0))	<4
RIO LLANQUIHUE ANTES LAGO PANGUIPULLI	((1,3))	4	(<1,0)	<4	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4
RIO SAN PEDRO EN DESAGUE LAGO RINI HUE	((1,3))	4	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4	((<1,0))	<4
RIO VALDIVIA EN TRANSBORDADOR (CA)	((<1,0))	<4	((3,5))	4	(5,2)	4	((<1,0))	<4

Por encontrarse en el límite de detección, en muchos casos no es posible asignar una clase específica en los parámetros: Cu, Cr y Hg.

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 Puntual CADE-IDEPE (información nivel 4) informado en el capítulo 4.2.3. A continuación se presenta el resultado de los análisis para la cuenca del río Valdivia.

**Tabla 4.12: Calidad de Agua Cuenca del Río Valdivia
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	5,0	1
Río Cruces en El Paico	3,3	1
Río Valdivia en Trasdador	<1,0	0
Río Calle Calle en Antihue	1,6	0
Río Iñaque en Mafil	1,8	0

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	5	0
Río Cruces en El Paico	100	2
Río Valdivia en Trasdador	10	0
Río Calle Calle en Antihue	10	0
Río Iñaque en Mafil	30	2

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	24	0
Río Cruces en El Paico	44	0
Río Valdivia en Trasdador	24	0
Río Calle Calle en Antihue	24	0
Río Iñaque en Mafil	16	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<10	0
Río Cruces en El Paico	17	0
Río Valdivia en Trasdador	<10	0
Río Calle Calle en Antihue	<10	0
Río Iñaque en Mafil	37	2

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<0,05	0
Río Cruces en El Paico	0,09	0
Río Valdivia en Trasdador	<0,05	0
Río Calle Calle en Antihue	<0,05	0
Río Iñaque en Mafil	<0,05	0

**Tabla 4.12 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Valdivia
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<5	<1
Río Cruces en El Paico	<5	<1
Río Valdivia en Traslador	<5	<1
Río Calle Calle en Antihue	<5	<1
Río Ñaque en Mafil	<5	<1

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<0,1	0
Río Cruces en El Paico	<0,1	0
Río Valdivia en Traslador	<0,1	0
Río Calle Calle en Antihue	<0,1	0
Río Ñaque en Mafil	<0,1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<0,05	0
Río Cruces en El Paico	<0,05	0
Río Valdivia en Traslador	<0,05	0
Río Calle Calle en Antihue	<0,05	0
Río Ñaque en Mafil	<0,05	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<0,5	<4
Río Cruces en El Paico	<0,5	<4
Río Valdivia en Traslador	<0,5	<4
Río Calle Calle en Antihue	<0,5	<4
Río Ñaque en Mafil	<0,5	<4

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	<10	<2
Río Cruces en El Paico	<10	<2
Río Valdivia en Traslador	<10	<2
Río Calle Calle en Antihue	<10	<2
Río Ñaque en Mafil	<10	<2

**Tabla 4.12 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Valdivia
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	300	1
Río Cruces en El Paico	>1600	>1
Río Valdivia en Trasbordador	1600	2
Río Calle Calle en Antihue	150	1
Río Iñaque en Mafil	350	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Calle Calle en Balsadero	130	0
Río Cruces en El Paico	500	1
Río Valdivia en Trasbordador	80	0
Río Calle Calle en Antihue	17	0
Río Iñaque en Mafil	280	1

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 consiste en que los límites de detección de esas metodologías de análisis no pueden llegar a los valores límites de la clase de excepción. Por lo tanto, los siguientes parámetros: plomo (Pb), hidrocarburos totales (HC), mercurio (Hg) y estaño (Sn), no pueden ser clasificados en clase de excepción.

En la tabla antes presentada, se han incluido los resultados entregados por el laboratorio externo contratado para llevar a cabo los análisis. En los casos en que el límite de detección analítico es superior al valor correspondiente a la clase de excepción, correspondería verificar si existe otra metodología de análisis, o bien redefinir el valor a fijar en la clase de excepción. Por otra parte, cuando el análisis de laboratorio entrega un valor en límite de detección analítico que se encuentra entre los límites definidos para dos clases de calidad, por el momento sólo es posible señalar que el parámetro podría ser clasificado en una clase de calidad “menor” a aquella correspondiente al límite superior entre ambas. Por ejemplo, a una concentración de estaño de $< 20 \mu\text{g/l}$ se le debería asignar, tal como está definido actualmente el Instructivo, una clase de calidad < 2 . Se estima que, en casos como éste, el Instructivo debería definir un criterio de modo tal que fuese posible asignar siempre una clase de calidad en particular y no dejar su clasificación sin definir.

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 a éste. 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 4.13 explica los factores incidentes en la cuenca del río Valdivia.

Tabla 4.13: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Calle-Calle en balsadero San Javier (ca) 1012CA10	Aporte de aguas subterráneas Escorrentías de aluminosilicatos	Descarga difusa de agua servida Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO ₅	• Clima: Precipitación media anual de 2000 mm, evapotranspiración real 600mm/año • Geología: Formaciones intrusivas e hipoabisales con rellenos no consolidados en los valles. • Hidrogeología: Zona de elevada productividad de pozos de 6 a 8 m³/h*m. (Pozo DGA a 3,7 m de nivel freático) • Hidrología: Aportes de los ríos San Pedro y Remehue • Geomorfología: Cordillera de la Costa Valdiviana, con valles de orígenes glaciales • Cubierta vegetal: Bosque Caducifolio del Sur, plantaciones • Centros Poblados: Ciudad de Los Lagos (sin planta de tratamiento), Las juntas • Actividad Agrícola: Cultivos de forrajes y cereales • Ganadería: Principalmente Bovinos • Silvicultura: Plantaciones de Pinus radiata y eucaliptus

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Cruces en Rucaco (ca) 1013CR20	Aporte de aguas subterráneas Escorrentías de aluminosilicatos	Descarga de aguas servidas Descarga de RILEs Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Mn, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO ₅	• Clima: Precipitación media anual de 1600mm, evapotranspiración real anual de 600mm • Geología: Formaciones intrusivas e hipoabisales con rellenos no consolidados en los valles. • Hidrogeología: El acuífero drena paralelo al cauce. • Hidrología: Río emisario del lago Calafquén • Geomorfología: Cordillera de la Costa Valdiviana, con valles de orígenes glaciales • Cubierta vegetal: Bosque Caducifolio del Sur • Centros Poblados: San José de La Mariquina (con 96% de tratamiento de a.s.) • Actividad Agrícola: Cultivos de forrajes y cereales • Ganadería: Principalmente Bovinos • Industrias: Construcción Celulosa Valdivia – Arauco

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Enco en Chan-Chan (ca) 1011EN10	Calidad prevaleciente del lago Panguipulli Estratificación del lago panguipulli en verano	Descarga difusa de agua servida Leve eutrofización Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO ₅	• Clima: Precipitación media anual de 4000mm, evapotranspiración real 500 mm/año • Volcanismo: Volcán Mocho y Choshuenco • Geología: Formaciones rocosas intrusivas e hipoabisales con intercalación de depósitos no consolidados. • Hidrogeología: Importante acuífero • Hidrología: Río de trasvase desde el lago Panguipulli al Riñihue. • Geomorfología: Pre-cordillera Andina. • Cubierta vegetal: Bosque Laurifolio de los lagos y Bosque caducifolio mixto de la Cordillera Andina • Centros Poblados: Enco • Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Mocho – Choshuenco • Ganadería: Principalmente Bovinos

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Huanahue antes lago Panguipulli (ca) 1010HA10	Calidad prevaleciente del lago Panguipulli Estratificación del lago panguipulli en verano	Descarga difusa de agua servida Leve eutrofización Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO ₅	• Clima: Precipitación media anual 2500mm, evapotranspiración real 600 mm/año • Volcanismo: Volcán Villarrica y Quetrupillán • Geología: Formaciones compuestas por material no consolidado o relleno. • Hidrogeología: Filtraciones subterráneas desde el lago Panguipulli • Hidrología: Río emisario del lago Panguipulli • Geomorfología: Llano central con inclinación este-oeste con pequeños lomajes transversales. • Cubierta vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de Bosque Laurifolio de los lagos y Bosque caducifolio mixto de la Cordillera Andina • Centros Poblados: Ciudad de Panguipulli (con 87% de cobertura de a.s.) • Actividad Agrícola: Cultivos de cereales y forrajes • Ganadería: Principalmente Bovinos • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Liqueñe en Liqueñe (ca) 1010LI10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Aporte de aguas hidrotermales	Descarga difusa de agua servida Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO ₅	• Clima: Precipitación media anual 5000mm, evapotranspiración 500mm/año • Volcanismo: Volcán Mocho y Choshuenco • Geología: Formaciones volcánicas, con formaciones geológicas intrusivas e hipoabisales. Al oriente se presentan depósitos no consolidados o rellenos de origen glacial • Hidrogeología: No se presentan acuíferos de importancia. Termas de Liqueñe • Geomorfología: Geomorfología del la Cordillera de los Andes • Cubierta vegetal: Bosque Laurifolio de los lagos, Bosque Caducifolio Alto-Andino Húmedo y Bosque caducifolio mixto de la Cordillera Andina • Centros Poblados: Poblados de Liqueñe y Carirrinque • Agricultura: Forrajes y cereales • Ganadería: Principalmente Bovinos

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Llanquihue antes lago Panguipulli 1010LL10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Descargas difusas de aguas servidas Contaminación difusa debido a ganadería Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg DBO ₅ , SS, pH, CF, N, CF, CT	• Clima: Precipitación media anual 3000mm, evapotranspiración 500mm/año • Geología: Formaciones compuestas de material intrusivo, sedimento volcánicas y de relleno no consolidado. • Hidrogeología: Acuífero importante que drena desde el lago Pirihueico hasta el Panguipulli • Hidrología: Río emisario del lago Neltume. • Geomorfología: Pre-cordillera Andina con valles transversales, lagos de origen glacial • Cubierta vegetal: Bosque Laurifolio de los lagos y Bosque caducifolio mixto de la Cordillera Andina • Actividad Agrícola: Cultivo de forrajes y cereales • Ganadería: Principalmente Bovinos • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río San Pedro en desagüe lago Riñihue 1011SP10	Calidad prevaleciente del lago Panguipulli Estratificación del lago Riñihue en verano	Contaminación difusa debido a ganadería Leve eutrofización Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	B, Cu, Cr, Al, Hg DBO ₅ , SS, pH, CF, N	• Clima: Precipitación media anual 2500mm, evapotranspiración 600mm/año • Volcanismo: Volcán Mocho y Choshuenco • Geología: Formaciones de depósitos no consolidado de origen glacial (morrenas) • Hidrogeología: Filtración de aguas subterráneas desde el lago Riñihue • Hidrología: Río emisario del lago Riñihue • Geomorfología: Llano central con inclinación este-oeste con pequeños lomajes transversales. • Cubierta vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de Bosque Laurifolio de los Lagos • Agricultura: Cultivos de cereales y forrajes • Ganadería: Principalmente Bovinos • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus

Tabla 4.13 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Valdivia

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Valdivia en transbordador (ca) 1014VA10	Aporte de aguas subterráneas Intrusión marina	Descarga de aguas servidas Descarga de RILes Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	CE, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Cu, Cr, Al, Hg Probablemente CF, CT y DBO_5	• Clima: Precipitación media anual 2000mm, evapotranspiración 600mm/año • Geología: Formaciones intrusivas e hipoabisales. • Hidrogeología: Acuífero drena paralelo al río. Pozo de la DGA de elevada productividad (4 a 6 m³/h*m. Pozo DGA de 4 m de nivel freático) • Hidrología: Aporte del río Las Cruces y Calle-Calle • Geomorfología: Cordillera de la Costa con intrusión marina • Cubierta vegetal: Bosque Laurifolio de Valdivia • Centros Poblados: Ciudad de Valdivia (con 91 % de tratamiento de A.S.) • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus

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 Valdivia, se cuenta con tres estaciones de monitoreo a lo largo del río, que son:

- Río Cruces en Rucaco
- Río Calle Calle en Balseadero San Javier
- Río Valdivia en Transbordador

En la Figura 5.1, con información de la DGA, se incluye el perfil longitudinal para los cuatro períodos estacionales, sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden, al menos una vez, la clase 0 en la cuenca. Dichos parámetros son los siguientes: conductividad eléctrica, RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo y aluminio. En el caso del manganeso debido a la considerable cantidad de datos en límite de detección, no es posible graficar el punto río Calle Calle en Balsadero San Javier. La información mayoritaria en límite de detección para el mercurio, no permiten presentar su gráfica. Debido al reducido número de registros con que se cuenta por período estacional, en esta cuenca se grafican valores medios de cada uno de los parámetros antes mencionados.

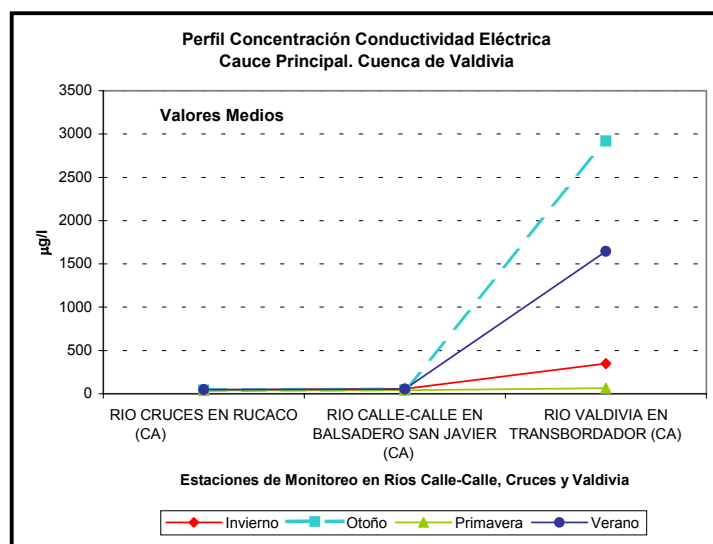


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Valdivia

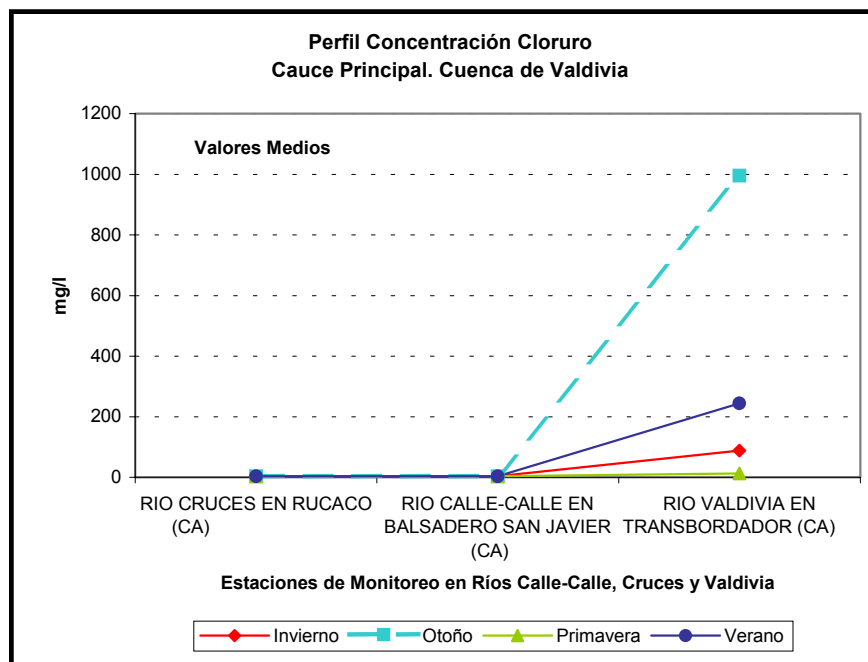
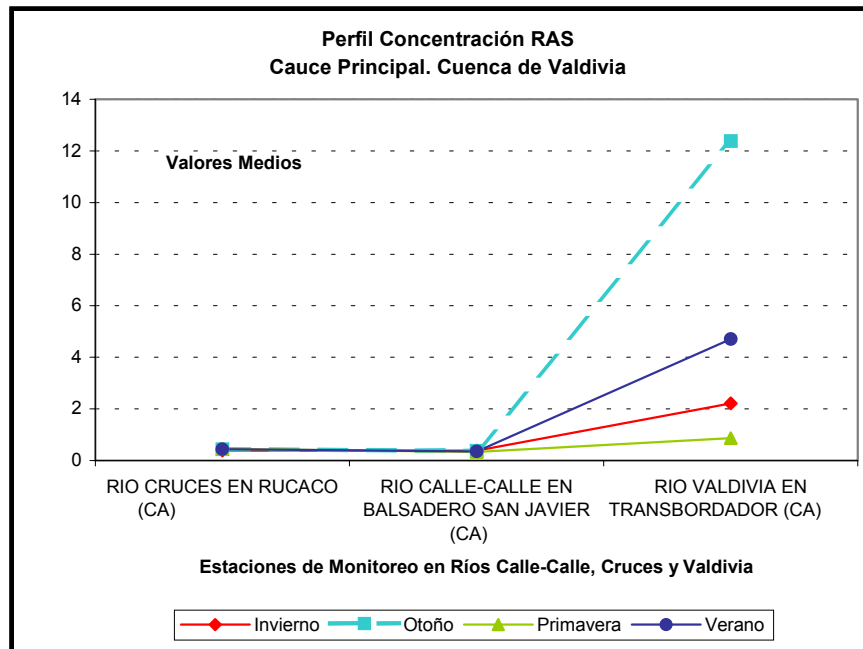


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Valdivia

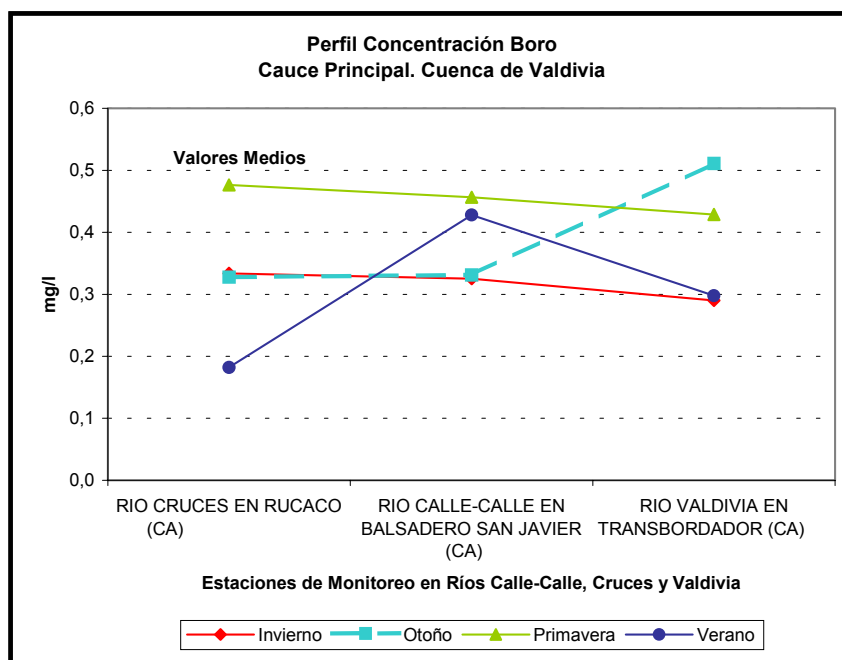
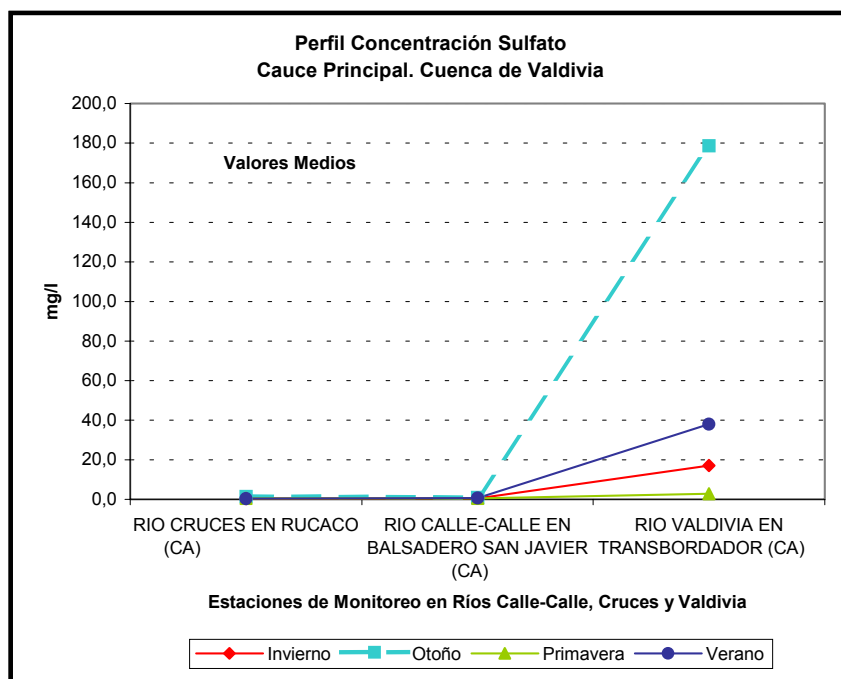


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Valdivia

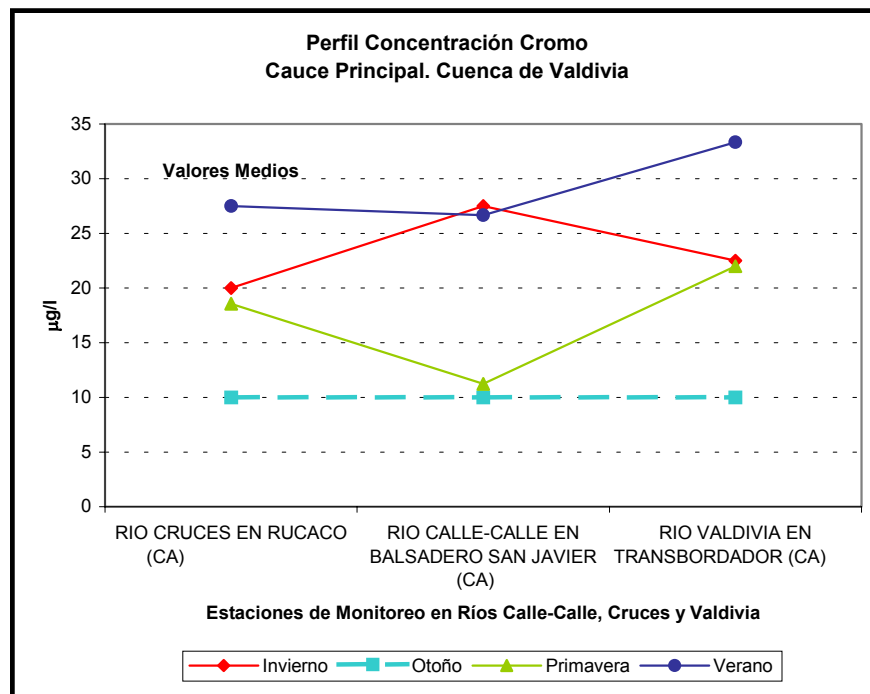
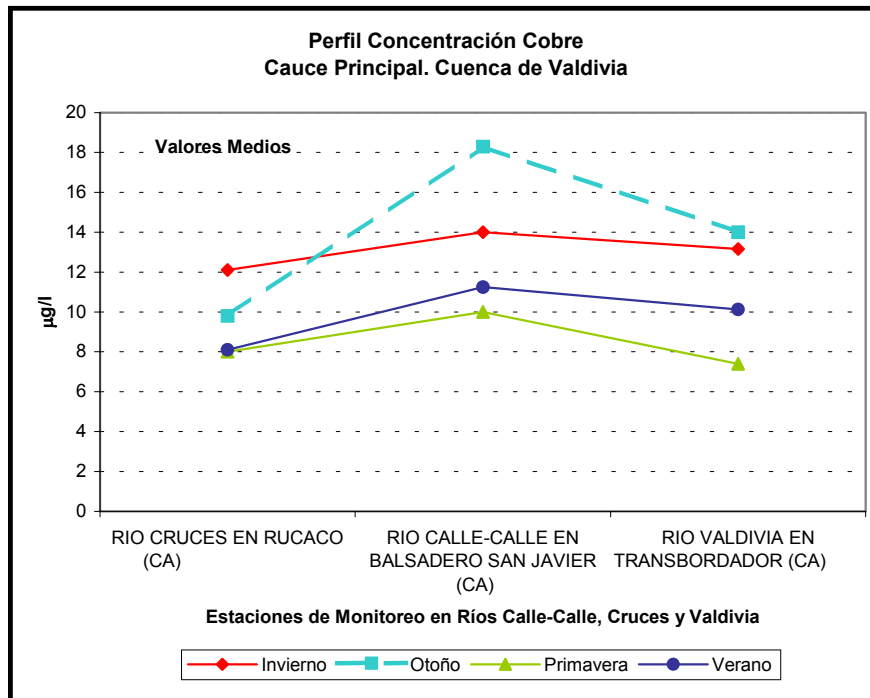


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Valdivia

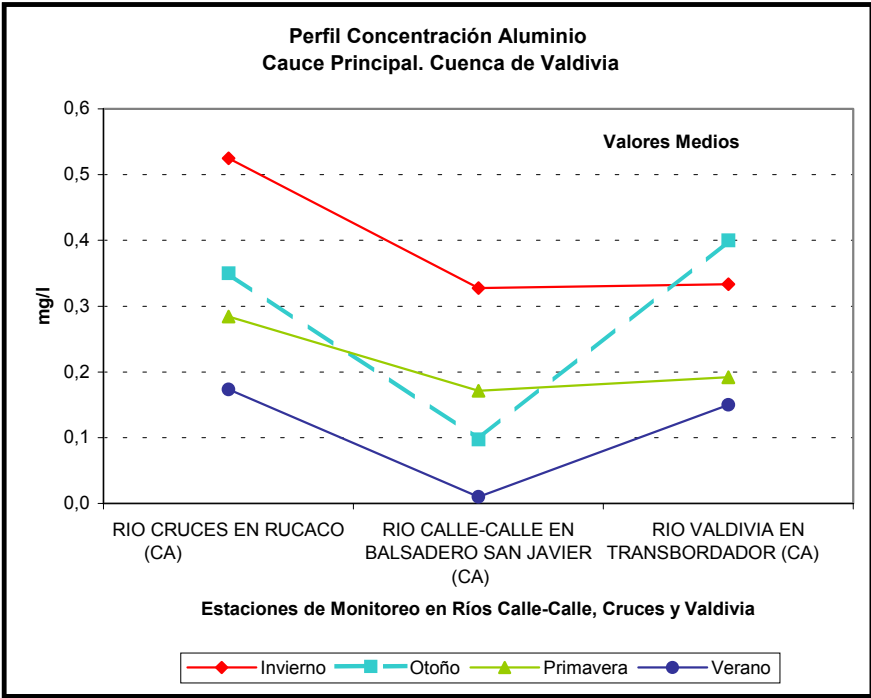
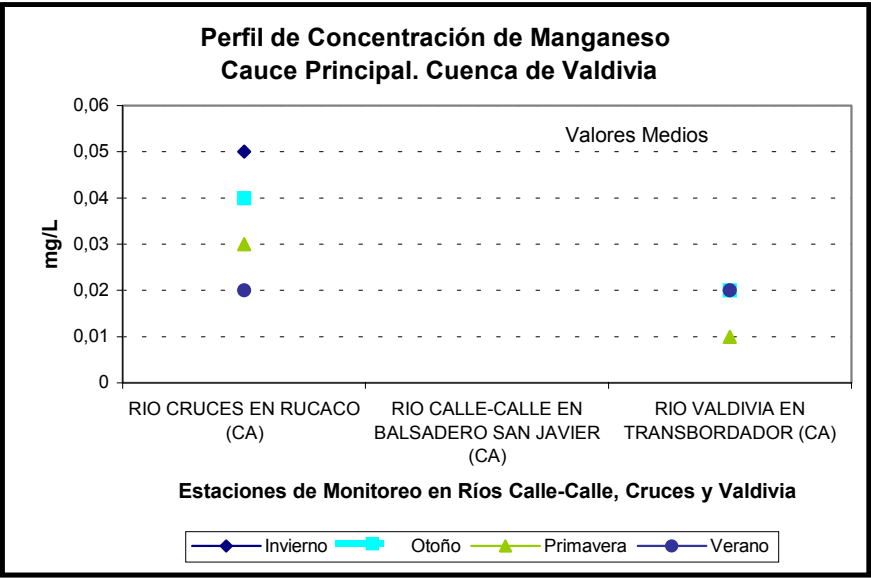


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Valdivia

De las figuras 5.1 se pueden observar lo siguiente:

- Conductividad Eléctrica: La envolvente superior de los perfiles longitudinales de la conductividad se observa en otoño con valores en clase 0 en la parte alta de la cuenca hasta el río Calle Calle y en clase 4 en la parte baja de la cuenca, río Valdivia. La envolvente inferior se comporta de forma plana a lo largo del perfil longitudinal con todos los valores en clase 0 en el periodo de primavera.
- RAS: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del RAS se observa en otoño con valores en clase 0 en la parte alta de la cuenca desde el río Cruces hasta el río Calle-Calle en Balsadero en San Javier y en clase 4 en la parte baja de la cuenca en el río Valdivia. La envolvente inferior se observa en el periodo de primavera, se comporta de forma similar a la envolvente superior con un aumento más atenuado en la parte baja con todos los valores en clase 0.
- Cloruro: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del cloruro se observa en otoño con un comportamiento plano en la parte alta de la cuenca desde el río Cruces hasta el río Calle-Calle en Balsadero en San Javier con valores en clase 0, presentando un fuerte aumento en la parte baja de la cuenca en el río Valdivia en Transbordador con valores en clase 4. La envolvente inferior se observa en el periodo de primavera, con un comportamiento plano a lo largo del perfil longitudinal con todos los valores en clase 0.
- Sulfato: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del sulfato se observa en otoño con un comportamiento plano en la parte alta y media de la cuenca desde el río Cruces hasta el río Calle-Calle en Balsadero en San Javier con valores en clase 0, presentando un fuerte aumento en la parte baja de la cuenca en el río Valdivia en Transbordador con valores en clase 2. La envolvente inferior se observa en el periodo de primavera, con un comportamiento plano a lo largo del perfil longitudinal con todos los valores en clase 0.
- Boro: La envolvente superior de los perfiles longitudinales se observa en primavera y otoño con un comportamiento levemente decreciente desde la

parte alta a la parte media de la cuenca, desde el río Cruces hasta el río Calle-Calle en Balsadero en San Javier, con todos los valores en clase 1 en primavera, presentando un fuerte aumento en la parte baja de la cuenca, en el río Valdivia en Transbordador, con valores en clase 2 en el periodo de otoño. La envolvente inferior se observa en el periodo de invierno-otoño, con un comportamiento creciente desde la parte alta hacia la parte media, en clase 0, manteniéndose constante, hacia la parte, en clase 0.

- Cobre: La envolvente superior de los perfiles longitudinales se observa en los periodos de invierno y otoño con un comportamiento creciente desde el río Cruces en Rucaco hacia el río Calle Calle en Balsadero San Javier para decrecer hacia el río Valdivia en Transbordador, con todos los valores en clase 2. La envolvente inferior se observa en el periodo de primavera, con un comportamiento similar a la envolvente superior con valores en clase 1 y clase 2 en río Calle Calle en Balsadero.
- Cromo total: La envolvente superior de los perfiles longitudinales se observa en los periodos de verano-invierno con un comportamiento constante desde el río Cruces en Rucaco hacia el río Calle Calle en Balsadero San Javier para aumentar hacia el río Valdivia en Transbordador, con todos los valores en clase 2. La envolvente inferior se observa en el periodo de otoño, con un comportamiento constante y plano a lo largo del perfil longitudinal con todos los valores en clase 1.
- Manganeso: La información es escasa en el caso de este parámetro, pero se podría decir que la envolvente superior se observa en el período de invierno, con un comportamiento decreciente desde el río Cruces en Rucaco hasta el río Valdivia. No se presentan valores en la estación del río Calle-Calle por alcanzar el límite de detección analítico.
- Aluminio: La envolvente superior de los perfiles longitudinales se observa en el período de invierno con un comportamiento decreciente desde el río Cruces en Rucaco hacia el río Calle Calle en Balsadero San Javier y aumentar hacia la parte baja de la cuenca en el río Valdivia, con todos los valores en clase 1. La envolvente inferior presenta el mismo comportamiento de la envolvente superior desde la parte alta a la media de la cuenca en el río Calle Calle y, luego presenta un comportamiento inverso,

aumenta hacia la parte baja de la cuenca en el río Valdivia, con todos los valores en clase 1.

5.2 Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Imperial presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. 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 RÍO VALDIVIA	
Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica , DBO ₅ , Color, OD, pH, RAS, SD, SST.	
<u>CE</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional, excepto el río Valdivia en otoño en clase 4 y en verano en clase 3. <u>DBO₅</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 está clasificado en clase 0 en los ríos Calle Calle en Antihue, Valdivia en Transbordador e Iñaque en Mafil. En clase 1 en los ríos Cruce en El Paico y Calle Calle en Balseadero. <u>Color Aparente</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos calle calle en Balsadero y Antihue, y Valdivia en Transbordador. En clase 2 en los ríos Cruces en El Paico e Iñaque en Mafil. <u>OD</u>: Todos los ríos con información presentan valores en clase 0. <u>pH</u>: Todos los valores están asignados a la clase 0. <u>RAS</u>: No se observa variación estacional con valores en clase 0, excepto en el río Valdivia en clase 4 y en verano en clase 2. <u>SD</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos Calle Calle en Balseadero y Antihue, Iñaque en Mafil, Valdivia en Transbordador y Cruce en El Paico. <u>SST</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos Calle Calle en Balseadero y Antihue, cruces en el Paico y Valdivia en Transbordador. En clase 2 en el río Iñaque en Mafil.	

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

CUENCA RÍO VALDIVIA	
Inorgánicos (IN) : NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-}	
<u>NH_4^+</u> , <u>F^-</u> : El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos Calle Calle en Balseadero y Antihue, Iñaque en Mafil, Valdivia en Transbordador y Cruces en El Paico.	
<u>CN^-</u> : El dato del muestreo puntual primavera 2003, corresponde al valor del límite de detección analítico, no permite análisis.	
<u>NO_2^-</u> : El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en los ríos Calle Calle en Balseadero y Antihue, Iñaque en Mafil, Cruces en El Paico y Valdivia en Transbordador.	
<u>S^{2-}</u> : Sin información.	
<u>Cl^-</u> : Todos los valores en clase 0 sin variación estacional, excepto el río Valdivia, en otoño y verano en clase 4 y en invierno en clase 1.	
<u>SO_4^{2-}</u> : Todos los valores en clase 0 sin variación estacional, excepto el río Valdivia en otoño en clase 2.	
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tretracloroetano, tolueno	
No se dispone de información para los parámetros orgánicos.	
Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.	
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.	
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn	
<u>B</u> : En invierno, otoño y verano prácticamente todos los valores se asignan a la clase 0. Las variaciones se observan en otoño en el río Valdivia y en verano en el río Calle-calle y Huanahue. En primavera todos los valores están en clase 1.	
<u>Cu</u> : En invierno, otoño y primavera, prácticamente todos los valores están en límite de detección. Las variaciones se presentan en invierno en los ríos Cruces y Enco y en otoño en el río Valdivia. En verano los valores están en límite de detección en Liquiñe, en clase 0 en el río Llanquihue, clase 1 en los ríos Cruces, Enco, Huanahue y San Pedro, y clase 2 en los ríos Calle-calle y Valdivia.	
<u>Cr_{total}</u> : En invierno, primavera y verano los niveles de concentración de cromo total están en clase 2. Las excepciones se observan en primavera en los ríos Enco y Llanquihue que están en límite de detección. En otoño los valores están en límite de detección en casi todos los ríos, excepto en el Liquiñe en clase 2.	
<u>Fe</u> : Todos los valores están en clase 0 sin variación estacional.	

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

CUENCA RÍO VALDIVIA	
Mn:	Se observan valores en clase 0 en todos los ríos durante todo el año, excepto en el río Cruces en invierno y otoño en clase 1.
Mo:	No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.
Ni, Se, Zn :	Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.
Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb	
Al:	En los ríos Calle Calle, Cruces, Enco, Huanahue, Liquiñe, Llanquihue, San Pedro y Valdivia todos los valores están en clase 2 en el período de invierno. Los ríos Valdivia y Cruces no presentan variación estacional a lo largo del año. Los demás ríos presentan variación estacional con valores que varían entre clase 0 a clase 1.
As:	Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.
Cd y Pb:	No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.
Sn:	Los datos corresponden al valor del límite de detección analítico, no permiten análisis.
Hg:	Los ríos Cruces y Enco presentan todos sus valores en límite de detección. Los ríos Calle-calle, Huanahue, Liquiñe, Llanquihue, San Pedro y Valdivia presentan valores en clase 4, aunque en algunos períodos del año están en límite de detección.
Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT	
CF:	El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 1 en río Calle Calle en Balseadero y Antihue, y en el río Iñaque en Mafil. En clase 2 en el río Valdivia en Transbordador.
CT:	El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta clasificado en clase 0 en río Calle Calle en Balseadero y Antihue, y río Valdivia en Transbordador. En clase 1 en los ríos Cruces e Iñaque en El Paico y Mafil respectivamente.

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

El análisis realizado en los acápites anteriores permite elaborar la tabla 5.2, en la cual se clasifican los distintos parámetros de calidad según la clase del *Instructivo* a la que pertenecen en un segmento específico de los ríos seleccionados en la cuenca.

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 período estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el período estacional más desfavorable
- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo de CADE-IDEPE y que no cuentan con información de nivel superior (niveles 1 a 3), se utilizan los datos puntuales obtenidos (información nivel 4). Para la cuenca del río Valdivia, estos parámetros son: DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , CN^- , F^- , S^{2-} , NO_2^- , Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO_5 , sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Valdivia

96.

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Valdivia

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Valdivia en Transbordador	1014VA10	OD, pH, Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CT	B	SO ₄ ⁻² , Cu, Cr _{tot} , Al, CF		CE, RAS, Cl, Hg	Mo, Cd, Pb, Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CF, CT, SD, SST.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Valdivia: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, aluminio, mercurio, color aparente, coliformes totales

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Calle-calle

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Calle-calle en Balsadero San Javier	1012CA10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, color aparente, NH_4^+ , F^- , NO_2^- , CT, SD, SST	DBO_5 , B, CF	Cu, Cr_{tot} , Al		Hg	Mo, Cd, Pb, Sn, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003 : DBO_5 , color aparente, NH_4^+ , F, NO_2^- , CF, CT, SD, SST.
Río Calle-calle en Antihue	1012CA20	DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , F^- , NO_2^- , CT	CF				Sn, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO_5 , color aparente, NH_4^+ , F, NO_2^- , CF, CT, SD, SST.

Valdivia

98.

Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Cruces

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetros con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Cruces en Rucaco	1013CR20	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , Fe, Ni, Se, Zn, As	B, Mn	Cu, Cr_{tot} , Al			Hg, Mo, Cd, Pb, Sn, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3.
Río Cruces en El Paico	1013CR30	NH_4^+ , F^- , NO_2^- , SD, SST.	DBO_5 , CT	Color Aparente			Sn, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO_5 , color aparente, NH_4^+ , F^- , NO_2^- , CT, SD, SST.

Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Enco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Enco en Chan-chan	1011EN10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, SST	B, DBO_5 , CF	Cu, Cr_{tot} , Al			Hg, Mo, Cd, Pb, Sn, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel3. Información nivel 5 estimada para : DBO_5 , CF, SST

Tabla 5.2e: Cauce Secundario: Río Huanahue

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Huanahue antes lago Panguipulli	1010HA10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , CF, SST	B, Cu	Cr _{tot} , Al		Hg	Mo, Cd, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada para :DBO ₅ , CF, SST

Tabla 5.2f: Cauce Secundario: Río Liquiñe

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Liquiñe en Liquiñe	1010LI10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, SST	B, DBO ₅ , CF	Cr _{tot} , Al		Hg	Cu, Mo, Cd, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada para :DBO ₅ , CF, SST.

Valdivia

100.

Tabla 5.2g: Cauce Secundario: Río Llanquihue

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Llanquihue antes lago Panguipulli	1010LL10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{2-} , Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, SST	B, DBO ₅ , CF,	Cr _{tot} , Al		Hg	Mo, Cd, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada para :DBO ₅ , CF, SST.

Tabla 5.2h: Cauce Secundario: Río San Pedro

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río San Pedro en desagüe lago Riñihue	1011SP10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{2-} , Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, CF, SST	B, Cu, DBO ₅	Cr _{tot} , Al		Hg	Mo, Cd, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada para :DBO ₅ , CF, SST.

Tabla 5.2h: Cauce Secundario: Río Ñaque

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetro seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Ñaque en Mafil	1013IN10	DBO ₅ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , SD	CF, CT	SST, color aparente			Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003 : DBO ₅ , color aparente, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CF, CT, SD, SST

Los cauces seleccionados sin información en la cuenca del río Valdivia son:

- Río Collileufu
- Río Huahum
- Río Pichoy
- Río Fui

5.4 Calidad Natural y Factores Incidentes

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 Valdivia, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.11.

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

Estación	Segmento	CE ($\mu\text{S/cm}$)	RAS	Cl^- (mg/L)	SO_4^{-2} (mg/L)	B (mg/L)	Cu ($\mu\text{g/L}$)	Cr ($\mu\text{g/L}$)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)	Hg ($\mu\text{g/L}$)
Río Calle-Calle en balsadero San Javier (ca)	1012CA10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	(11)	((28))	Clase 0	((0,33))	((6))
Río Cruces en Rucaco (ca)	1013CR20	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	16	((28))	((0,05))	((0,53))	(<10)
Río Enco en Chan- Chan (ca)	1011EN10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,4)	(11)	((20))	Clase 0	((0,2))	(<10)
Río Huanahue antes lago Panguipulli (ca)	1010HA10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	(8)	((25))	Clase 0	((0,23))	(1,2)
Río Liquiñe en Liquiñe (ca)	1010LI10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	<10	((23))	Clase 0	((0,45))	((1,5))
Río Llanquihue antes lago Panguipulli	1010LL10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	Clase 0	((35))	Clase 0	((0,35))	((1,3))
Río San Pedro en desagüe lago Riñihue	1011SP10	Clase 0	Clase 0	Clase 0	Clase 0	(0,5)	(9)	((23))	Clase 0	((0,3))	((1,3))
Río Valdivia en transbordador	1014VA10	4682,2	(12,4)	(996,2)	(178,7)	(0,5)	(12)	((33))	Clase 0	((0,4))	(5,2)

Notas: Valores sin paréntesis: Percentil 66% (información nivel 1); Valores con 1 paréntesis: Promedios (información nivel 2); Valores con 2 paréntesis : Promedios (información nivel 3) : Asterisco (muestreo puntual Cade Idepe –Octubre 2003) (información nivel 4).

Fuente: Elaboración propia
s/i: sin información

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

- El boro, cobre, cromo y aluminio están presentes en toda la cuenca
- La conductividad eléctrica, la RAS, los cloruros y sulfatos sólo se encuentran en el río Valdivia.

5.4.1 Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presenta rango de valores entre 35,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Est DGA río Cruces en Rucaco – invierno) a 4682 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Est DGA río Valdivia en transbordador – otoño).

La presencia de la conductividad eléctrica en el río Valdivia se debe exclusivamente a la intrusión marina en el río.

5.4.2 RAS

Los valores de RAS procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presenta rango de valores menores de 12,4 (Est. DGA río Valdivia en Transbordador – otoño).

La presencia de la RAS en el río Valdivia se debe exclusivamente a la intrusión marina en el río.

5.4.3 Cloruro

Los valores de cloruros procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores menores a 996 mg/L (Est. DGA río Valdivia en transbordador - otoño).

La presencia del cloruro en el río Valdivia se debe exclusivamente a la intrusión marina en el río.

5.4.4 Sulfatos

Los valores de sulfatos procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores menores a 179 mg/L (Est DGA río Valdivia en transbordador - otoño), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 49%.

La presencia del sulfato en el río Valdivia se debe exclusivamente a la intrusión marina en el río.

5.4.5 Boro

Los valores de boro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores entre los 0,4 mg/L (Est DGA río Enco en Chan Chan) a 0,5 mg/L (Est DGA río Cruces en Rucaco - primavera), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 25%.

El origen del boro se encuentra en las co-precipitaciones de boratos que ocurren entre los estratos sedimentarios de la cuenca. Estos estratos son lixiviados volumétricamente por las aguas subterráneas o por las vertientes cordilleranas originadas por el derretimiento nival.

5.4.6 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores menores a 16 µg/L (Est DGA río Cruces en Rucaco -invierno).

La presencia de cobre en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones volcánicas andinas, en la parte alta, las cuales son lixiviadas por las aguas meteóricas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Valdivia.

La acidez de las aguas meteóricas en conjunto con los suelos ácidos de trumaos son factores importantes que incrementan la capacidad de lixiviación de las aguas subterráneas.

5.4.7 Cromo

Los valores de cromo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores entre los 20 µg/L (Est DGA río Enco en Chan-Chan) y 35 µg/L (Est DGA río Llanquihue antes lago Panguipulli - verano).

La presencia de cromo en la parte baja de la cuenca se debe a su presencia natural en la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas meteóricas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua.

5.4.8 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores menores a 0,05 mg/L (Est DGA río Cruces en Rucaco - invierno), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 25%.

La presencia del manganeso en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Cruces.

En la sección media y baja en cambio el efecto edafológico pasa a ser el relevante, pues los suelos presentan cantidades de manganeso que se hacen más presentes cuando ocurren precipitaciones, o durante el riego tendido. El suelo que mayor predominancia tiene es el “trumao”, que es un suelo de origen ácido que al contacto con el agua meteórica que también lo es, solubiliza el manganeso presente en el suelo.

5.4.9 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores entre los 0,2 mg/L (Est DGA río Enco en Chan-Chan) a 0,53 mg/l (Est DGA río Cruces en Rucaco - invierno).

El origen de la presencia del aluminio en la cuenca esta ligada a la actividad volcánica de la región. La cantidad de ignimbritas y micas que por efectos de meteorización originan arcillas, adicionándose a esto el pH y el efecto del arrastre por escorrentías, origina que los compuestos de aluminosilicatos se encuentren siempre presentes en los cursos de agua especialmente aquellos que provienen directamente desde las cumbres andinas como los ríos Liquiñe y Cruces.

5.4.10 Mercurio

Los valores de mercurio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan rango de valores entre los 1,2 µg/L (Est DGA río Huanahue antes Lago Panguipulli) a 6 µg/L (Est DGA río Calle-Calle en balseadero San Javier - invierno).

El mercurio se encuentra presente en todos los tributarios y curso principal del Valdivia, por lo cual se puede concluir que este se encuentra presente en las formaciones geológicas del la cuenca del Valdivia.

5.4.11 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Valdivia 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, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados la Empresa Sanitaria de Los Lagos - ESSAL.

Mayor estudio requiere el mercurio en la cuenca, debido a que este parámetro es anormal que en las cuencas chilenas se encuentre en estas concentraciones.

5.4.12 Conclusiones

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

- La calidad natural del río Valdivia en general es de excelente a buena calidad. Predominan los metales pesados producto de las formaciones geológicas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas las cuales comienzan a recargar al río desde la parte media hasta la desembocadura.
- El río Valdivia es un río que nace mayoritariamente de emisarios de cuerpos de agua, los cuales se formaron por arrastre de materiales glaciales (morrenas), por las cuales se filtran aguas que emergen más abajo incorporándose en abundancia en los cursos de agua. La calidad natural de estos ríos está determinada fuertemente por las características de los lagos: Pirihueico, Panguipulli, Riñihue y Calafquén.

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 Valdivia 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 Valdivia

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Valdivia	1014VA10	VA-TR-10	De: Confluencia río Cruces y Calle Calle Hasta: Desembocadura en Océano Pacífico
Río Calle Calle	1012CA10	CA-TR-10	De: Confluencia río Collileufu y San Pedro Hasta : Confluencia río Cruces
	1012CA20		
	1014CA10		
Río Cruces	1013CR10	CR-TR-10	De: Naciente río Cruces Hasta : Confluencia río Calle Calle
	1013CR20		
	1013CR30		
	1013CR40		
Río Enco	1011EN10	EN-TR-10	De: Salida Lago Panguipulli Hasta: Entrada Lago Riñihue
Río Huanahue	1010HA10	HA-TR-10	De: Salida Laguna Pullingue Hasta: Entrada Lago Panguipulli

Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del Valdivia

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Liquiñe	1010LI10	LI-TR-10	De: Naciente río Liquiñe Hasta: Entrada Lago Neltume
Río Llanquihue	1010LL10	LL-TR-10	De: Salida Lago Neltume Hasta: Entrada Lago Panguipulli
Río San Pedro	1011SP10	SP-TR-10	De: Naciente Salida Lago Riñihue Hasta : Confluencia río Collileufu
	1012SP10		
Río Iñaque	1013IN10	IN-TR-10	De: Naciente río Iñaque Hasta: Estación Fluviométrica Iñaque en Mafil
Río Collileufu	1012CO10	CO-TR-10	De: Naciente río Collileufú Hasta: Confluencia río San Pedro
Río Huahum	1010HU10	HU-TR-10	De: Límite internacional con Argentina Hasta: Entrada Lago Pirihueico
Río Fui	1010FU10	FU-TR-10	De: Lago Pirihueico Hasta: Confluencia río Llanquihue
Río Pichoy	1013PI10	PI-TR-10	De: Estación Fluviométrica Iñaque en Mafil Hasta: Confluencia río Cruces

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

6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

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

- *Usos de agua:* se reservan tres columnas para indicar los usos de agua en el tramo especificado.
- *Clase actual más característica:* corresponde a la clase de calidad de agua del *Instructivo* que agrupa la mayor parte de los valores de los parámetros representados por sus estadígrafos. Para este efecto se selecciona la clase de tal modo que aproximadamente no más del 10% de los parámetros quede con valores excedidos de la clase seleccionada (no más de 8 parámetros).

- *Clase de uso a preservar:* en función de los usos del agua en el tramo, en esta columna se trata de identificar la clase que es necesario preservar. Esta determinación no es automática, sino que requiere de un análisis en profundidad, el cual se explica detalladamente en la sección destinada a la Metodología (Volumen 1, Sección II).
- *Clase Objetivo del tramo:* es una proposición que toma en cuenta diversos aspectos, como son: usos del agua, calidad natural, calidad actual de los parámetros, y valores a lograr en un futuro cercano, entendido como el plazo de validez de la calidad objetivo propuesta. En principio esta proposición 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 propuesta 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 qué parte del valor medido corresponde a efectos antrópicos y cual a situaciones naturales, de tal modo que no se modifica su asignación de la clase actual. Para aquellos parámetros en que no existe información, se establece que la Calidad Objetivo será la definida para el tramo. 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.

Valdivia

112.

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

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Valdivia	VA-TR-10	--	(*)	--	2	No hay	2 (Ver Nota)	0	OD, pH, Fe, Mn, Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CT	Otros parámetros seleccionados
								1	B	
								3	--	
								4	CE, RAS, Cl, Hg	
Río Calle Calle	CA-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	B, DBO ₅ , CF	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Valdivia: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, aluminio, mercurio, color aparente, coliformes totales

Nota: Se le asigna clase objetivo 2 principalmente por el efecto de la proximidad del mar, este punto debe ser analizado en mayor detalle.

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

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

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Cruces	CR-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	B, Mn, CT, DBO ₅	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al, Color	
								3	--	
								4	--	
Río Enco	EN-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	B	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al	
								3	--	
								4	--	

Valdivia

114.

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

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Huanahue	HA-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	B, Cu	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg	
Río Liquiñe	LI-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	B	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg	

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

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Llanquihue	LL-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	B	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg	
Río San Pedro	SP-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	B, Cu	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg	
Río Ñaue	IN-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	CT, CF	Otros parámetros seleccionados
								2	SST, Color	
								3	--	
								4	--	

Valdivia

116.

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

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Collileufu	CO-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 1)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Huahum	HU-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	(Ver Nota 2)	--	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Pichoy	PI-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 3)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Fui	FU-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	0	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota 1: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo CA-TR-10 del río Calle Calle

Nota 2: Por su ubicación geográfica no es posible asignarle alguna clase objetivo, siendo necesario en el futuro un muestreo en este cauce

Nota 3: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo CR-TR-10 del río Cruces

Nota 4: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo LL-TR-10 del río Llanquihue

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 todos los parámetros obligatorios y para aquellos parámetros principales que poseen información que permite hacer una distinción estacional, 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 éste punto, para la cuenca del río Valdivia 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 río Valdivia, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 10 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- RAS
- Cloruro
- Sulfato
- Boro
- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeso
- Aluminio
- Mercurio

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
Río Calle-Calle en balsadero San Javier (ca)	96
Río Cruces en Rucaco (ca)	95
Río Enco en Chan-Chan (ca)	95
Río Huanahue antes lago Panguipulli (ca)	98
Río Liquiñe en Liquiñe (ca)	95
Río Llanquihue antes lago Panguipulli	95
Río San Pedro en desagüe lago Riñihue	98
Río Valdivia en transbordador (ca)	80

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Valdivia posee tributarios de buena calidad. El cauce principal, calidad buena, a pesar de existir intervención antrópica. 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
Río Calle-Calle en balsadero San Javier (ca)	0
Río Cruces en Rucaco (ca)	0
Río Enco en Chan-Chan (ca)	0
Río Huanahue antes lago Panguipulli (ca)	0
Río Liquiñe en Liquiñe (ca)	0
Río Llanquihue antes lago Panguipulli	0
Río San Pedro en desagüe lago Riñihue	0
Río Valdivia en transbordador (ca)	2

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
Río Calle-Calle en balsadero San Javier (ca)	97
Río Cruces en Rucaco (ca)	97
Río Enco en Chan-Chan (ca)	98
Río Liquiñe en Liquiñe (ca)	97
Río Llanquihue antes lago Panguipulli	97

La memoria de cálculo para el ICAS de calidad objetivo se encuentran en el anexo 7.2.

7.2 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. 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.

El programa de monitoreo considera una primera fase, cuya duración es de tres años, en la frecuencia mínima, destinada a completar la Base de Datos Integrada (BDI), en aquellos parámetros que no disponen de suficiente información, midiendo simultáneamente parámetros seleccionados en todos los puntos de la red. Es decir, los parámetros incluyen a los seleccionados, los que no tienen datos y los que están condicionados por los límites de detección analíticos. En particular, el alto costo de los análisis de compuestos orgánicos y orgánicos plaguicidas, obliga a plantear un monitoreo algo más restringido. Se proponen medir Grasas y Aceites, Detergentes e Hidrocarburos, y respecto de los plaguicidas cumplir con las recomendaciones del Anexo A9, sección 6.5.

Sobre la base de estos criterios esta cuenca incluye un monitoreo inicial con los siguientes parámetros:

- Parámetros Obligatorios: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, RAS, Cloruro, Sulfato, Boro, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeseo, Aluminio, Estaño, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Molibdeno, Cadmio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Sólidos Disueltos, Amonio, Cianuro, Fluoruro, Nitrito, Sulfuro
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: No se incluyen

Para los parámetros con límites de detección se deberá tomar especial cuidado de utilizar métodos analíticos compatibles con los límites de la clase excepcional del Instructivo.

Dependiendo de los resultados de esta fase inicial, se procederá a actualizar la lista de parámetros seleccionados, que ya cuentan con una proposición basada en la información que el estudio ha analizado, continuando el monitoreo con estos parámetros en la frecuencia mínima en las estaciones de la siguiente tabla.

Tabla 7.4: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Calle Calle en Balsadero	Río Cruces en El Paico	Río Valdivia en Trasdador	Río Calle Calle en Antihue	Río Iñaque en Mafil	Río Huahum
	COD_SEG	1012CA10	1013CR30	1014VA10	1012CA10	1013IN10	1010HU10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS							
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O
RAS		PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sól disueltos	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O	O
INÓRGANICOS							
Amonio	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cianuro	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrato	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
METALES ESCENCIALES							
Boro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cobre	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cromo total	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Hierro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Níquel	µg/l						
Selenio	µg/l						
Zinc	mg/l						
METALES NO ESCENCIALES							
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l						
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Mercurio	µg/l						
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS							
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL

Parámetro	Simbología
Obligatorio	O
Principal	PPL
Sin información	S/I
En límite de detección	LD

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

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

7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	http://www.geocities.com
2.2	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile. 1987.
2.3	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.4	VOLCANES Activos de Chile http://povi.org/chile.htm
2.5	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico
2.6	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.7	CNR, Comisión Nacional de Riego. Series de Suelo, X Región de Los Lagos.
2.8	http://alerce.inia.cl/docs/posters/Poster003ASR.pdf
2.9	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.10	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna Acuática de los ríos Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Noviembre 2003.
2.11	INE, Instituto Nacional de Estadísticas http://www.censo2002.cl
2.12	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 2004 http://www.uach.cl/alap2004/valdivia.html .
2.13	CONAF - CONAMA, Catastro de Bosque Nativo
2.14	SINIA, Sistema Nacional de Información Ambiental http://www.sinia.cl
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los recursos Hídricos de Chile. 1996.