

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 IMPERIAL

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.....	6
2.2.4	Geomorfología.....	8
2.2.5	Suelos	9
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Imperial	11
2.3.1	Flora terrestre y acuática	11
2.3.2	Fauna acuática	15
2.4	Sistemas Humanos.....	16
2.4.1	Asentamientos humanos	16
2.4.2	Actividades económicas	16
2.5	Usos del Suelo	17
2.5.1	Uso agrícola.....	18
2.5.2	Uso forestal.....	18
2.5.3	Uso urbano.....	18
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	19
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	21
3.1	Información Fluviométrica.....	21
3.2	Usos del Agua.....	23
3.2.1	Usos in – situ	23
3.2.2	Usos extractivos.....	24
3.2.3	Biodiversidad.....	27
3.2.4	Usos ancestrales.....	28
3.2.5	Conclusiones.....	28

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas a Cursos de Agua	32
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	32
3.3.2	Residuos Industriales Líquidos	35
3.3.3	Contaminación difusa por pesticidas	39
3.4	Datos de Calidad de Aguas	39
3.4.1	Fuentes de Información	39
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	41
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	43
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	43
4.1.1	Análisis por estación	43
4.1.2	Conclusiones	62
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	63
4.2.1	Selección de parámetros	63
4.2.2	Análisis de tendencia central	66
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	73
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	74
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	76
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	84
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	92
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	92
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	96
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	99
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	107
5.4.1	pH	108
5.4.2	Cobre	108
5.4.3	Cromo	109
5.4.4	Hierro	109
5.4.5	Manganeso	109

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.6	Aluminio.....	110
5.4.7	Falencias de información.....	110
5.4.8	Conclusiones.....	111
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	113
6.1	Establecimiento de Tramos	113
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	115
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	125
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	126
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial.....	126
7.1.1	Antecedentes.....	126
7.1.2	Estimación del ICAS	126
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	127
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	128
7.3	Sistema de Información Geográfico.....	131
7.4	Referencias	131

ANEXOS

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

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La cuenca preandina del río Imperial, forma parte de la IX Región de la Araucanía con una extensión de 12.763 km², se desarrolla al occidente de la cuenca alta del río Bío Bío, separada de ella por una serie de cordilleras secundarias, por lo cual su red de drenaje no se beneficia de las más altas cumbres. Sin embargo, en su cuenca superior se encuentran cumbres nevadas correspondientes a volcanes, como son el Tolhuaca (2.780 m.) y el Llaima (3.124 m.) y serranías como la cordillera Nevada.

El río Imperial se forma próximo a Nueva Imperial, de la unión de los ríos Cautín que proviene del oriente y Chol Chol que llega del norte. Su curso, de 55 km., tiene rumbo general al W; en su ribera sur se levanta Carahue, y próximo a su desembocadura, Puerto Saavedra. En el tramo de 30 km. entre ambas ciudades el río es navegable por embarcaciones menores que con ayuda de las mareas logran superar el banco de arena y piedra de Rucadiuca, situado inmediatamente aguas abajo de Carahue.

Algo más al sur de su desembocadura se encuentra el desagüe del lago Budi, que ocupa el interfluvio entre el Imperial y el Toltén.

Entre Nueva Imperial y Carahue, el río Imperial serpentea entre colinas de escasa elevación y llanuras pantanosas; corre entre lomajes boscosos y escarpados por el norte, los que constituyen las estribaciones más australes de la cordillera de Nahuelbuta, y llanuras bajas por el sur.

El río Cautín, principal afluente del Imperial en atención a su caudal, tiene su nacimiento en la falda occidental de la cordillera de Las Raíces y atraviesa todo el llano con un desarrollo de 174 km., que sumado al río Imperial completan 230 km. La superficie drenada por el Cautín asciende a 3.100 km².

El más importante tributario del Cautín es el río Quepe, que nace en la laguna homónima en la falda occidental del volcán Llaima y se junta al Cautín cerca de Almagro. Este tributario tiene una orientación sensiblemente al W y un desarrollo de 112 km a través de la depresión intermedia y lo integran una gran cantidad de esteros, principalmente por su ribera Sur.

El río Chol Chol, por su parte, se desarrolla al pie de la vertiente oriental de la cordillera de Nahuelbuta con rumbo general hacia el sur, pero también recoge aguas del Valle

Imperial

2.

Central y precordillera. Tiene una amplia área tributaria de 6.180 km², que duplica la del Cautín. Uno de sus afluentes es el río Traiguén subtributario del Chol Chol, que tiene su origen a unos 20 km. al oriente de Victoria, de la reunión de dos esteros. Pasa inmediatamente al norte de esa ciudad, baña en seguida Traiguén y algo más abajo recibe como tributario el río Quino, que también proviene del oriente. Juntos forman el río Colpi o Panqueco que es uno de los ríos principales que van a formar el Chol Chol. Otro río de importancia es el Lumaco que se desliza directamente desde el norte por el pie oriental de la cordillera de Nahuelbuta en un lecho accidentado, en el cual se intercalan extensos pantanos. La longitud del Lumaco, considerando su tributario de más al norte, es de 80 km.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- río Imperial
- río Cautín
- río Quepe
- río Traiguén
- río Lumaco
- río Quino
- río Quillén
- río Chol Chol
- río Muco
- río Dumo
- río Blanco
- río Huichahue
- río Collín
- río Purén
- río Colpi

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 Imperial 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 Imperial es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-IMP-02.

Imperial

4.

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

CUENCA RIO IMPERIAL					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
0910	Río DUMO	DU	1	0910 - DU - 10	NACIENTE RIO DUMO	CONFLUENCIA RIO TRAIGUEN
0910	Río COLPI	CL	1	0910 - CL - 10	CONFLUENCIA RIO TRAIGUEN Y RIO QUINO	CONFLUENCIA RIO LUMACO
0910	Río TRAIGUEN	TR	1	0910 - TR - 10	NACIENTE RIO TRAIGUEN	CONFLUENCIA RIO DUMO
0910	Río TRAIGUEN	TR	2	0910 - TR - 20	CONFLUENCIA RIO DUMO	EST. CALIDAD TRAIGUEN EN TRAIGUEN
0910	Río TRAIGUEN	TR	3	0910 - TR - 30	EST. CALIDAD TRAIGUEN EN TRAIGUEN	CONFLUENCIA RIO QUINO
0910	Río QUINO	QU	1	0910 - QU - 10	NACIENTE RIO QUINO	EST. CALIDAD QUINO EN LONGITUDINAL
0910	Río QUINO	QU	2	0910 - QU - 20	EST. CALIDAD QUINO EN LONGITUDINAL	CONFLUENCIA RIO TRAIGUEN
0910	Río PUREN	PU	1	0910 - PU - 10	NACIENTE RIO PUREN	CONFLUENCIA ESTERO GUADABA
0910	Río LUMACO	LU	1	0910 - LU - 10	CONFLUENCIA RIO PUREN CON ESTERO GUADABA	EST. CALIDAD LUMACO EN LUMACO
0910	Río LUMACO	LU	2	0910 - LU - 20	EST. CALIDAD LUMACO EN LUMACO	CONFLUENCIA RIO COLPI
0910	Río LUMACO	LU	3	0910 - LU - 30	CONFLUENCIA RIO COLPI	CONFLUENCIA RIO QUILLEN
0911	Río QUILLEN	QI	1	0911 - QI - 10	NACIENTE RIO QUILLEN	FRENTE A QUILLEN
0911	Río QUILLEN	QI	2	0911 - QI - 20	FRENTE A QUILLEN	EST. CALIDAD QUILLEN EN VOCALHUE
0911	Río QUILLEN	QI	3	0911 - QI - 30	EST. CALIDAD QUILLEN EN VOCALHUE	CONFLUENCIA RIO LUMACO
0911	Río CHOLCHOL	CH	1	0911 - CH - 10	CONFLUENCIA RIO LUMACO Y QUILLEN	EST. CALIDAD CHOLCHOL EN CHOLCHOL
0911	Río CHOLCHOL	CH	1	0911 - CH - 20	EST. CALIDAD CHOLCHOL EN CHOLCHOL	NUEVA IMPERIAL
0911	Río IMPERIAL	IM	1	0911 - IM - 10	NUEVA IMPERIAL	CONFLUENCIA RIO CAUTIN
0912	Río BLANCO	BL	1	0912 - BL - 10	NACIENTE RIO BLANCO	CONFLUENCIA RIO CAUTIN
0912	Río CAUTIN	CA	1	0912 - CA - 10	NACIENTE RIO CAUTIN	CONFLUENCIA RIO BLANCO
0912	Río CAUTIN	CA	2	0912 - CA - 20	CONFLUENCIA RIO BLANCO	EST. CALIDAD CAUTIN EN RARI-RUCA
0912	Río CAUTIN	CA	3	0912 - CA - 30	EST. CALIDAD CAUTIN EN RARI-RUCA	CONFLUENCIA RIO MUCO
0912	Río CAUTIN	CA	4	0912 - CA - 40	CONFLUENCIA RIO MUCO	EST. CALIDAD CAUTIN BAJO TEMUCO
0912	Río CAUTIN	CA	5	0912 - CA - 50	EST. CALIDAD CAUTIN BAJO TEMUCO	CONFLUENCIA RIO QUEPE
0912	Río COLLIN	CO	1	0912 - CO - 10	NACIENTE RIO COLLIN	CONFLUENCIA RIO MUCO
0912	Río MUCO	MU	1	0912 - MU - 10	NACIENTE RIO MUCO	CONFLUENCIA RIO COLLIN
0912	Río MUCO	MU	2	0912 - MU - 20	CONFLUENCIA RIO COLLIN	EST. CALIDAD MUCO EN PUENTE MUCO
0912	Río MUCO	MU	3	0912 - MU - 30	EST. CALIDAD MUCO EN PUENTE MUCO	CONFLUENCIA RIO CAUTIN
0913	Río QUEPE	QE	1	0913 - QE - 10	NACIENTE EN LAGUNA QUEPE	EST. CALIDAD QUEPE EN VILCUN
0913	Río QUEPE	QE	2	0913 - QE - 20	EST. CALIDAD QUEPE EN VILCUN	CONFLUENCIA RIO HUICAHUE
0913	Río QUEPE	QE	3	0913 - QE - 30	CONFLUENCIA RIO HUICAHUE	EST. CALIDAD QUEPE EN LONGITUDINAL
0913	Río QUEPE	QE	4	0913 - QE - 40	EST. CALIDAD QUEPE EN QUEPE (PANAMERICANA)	CONFLUENCIA RIO CAUTIN
0913	Río HUICAHUE	HU	1	0913 - HU - 10	NACIENTE RIO HUICAHUE	CONFLUENCIA RIO QUEPE
0914	Río CAUTIN	CA	1	0914 - CA - 10	LIMITE DE SUBCUENCA	CONFLUENCIA RIO IMPERIAL
0915	Río IMPERIAL	IM	1	0915 - IM - 10	CONFLUENCIA RIO CAUTIN	EST. CALIDAD IMPERIAL EN CARAHUE
0915	Río IMPERIAL	IM	2	0915 - IM - 20	EST. CALIDAD IMPERIAL EN CARAHUE	DESEMBOCADURA

2.2 Sistema Físico - natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Imperial, presenta dos tipos climáticos, el Templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y el 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, en Temuco se registran anualmente 1.345mm. 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. Un ejemplo de este clima es la estación Lonquimay, ubicada a 900 m s.n.m en la precordillera andina, la que registra una temperatura media anual de 8,4°C y precipitación anual de 1.850 mm [Ref. 2.1].

Los montos de precipitación registrados por la estación meteorológica Temuco, alcanzan los 1.217 mm/año y una temperatura media anual de 11,9°C. La escorrentía registrada en el sector de Quepe, alcanza los 2.041 mm/año [Ref 2.2].

Imperial

6.

2.2.2 Geología y Volcanismo

La geología de la cuenca del río Imperial posee diversas formaciones rocosas, entre ellas destacan de poniente a oriente [Ref. 2.3]:

- Rocas PzTr4a, 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 OM1m, del tipo sedimentaria del Oligoceno-Mioceno. Secuencias sedimentarias marinas, areniscas y coquinas.
- Rocas OM3b, del tipo volcánicas del Oligoceno-Mioceno. Secuencias y centros volcánicos básicos: lavas, brechas y rocas piroclásticas. En la zona más austral de esta se encuentran rocas MP1m, de tipo Sedimentarias del Mioceno superior-Plioceno. Secuencias sedimentarias marinas transgresivas: areniscas, limolitas, coquinas, conglomerados calizas y fangolitos; ubicadas entre las quebradas, formando una franja de ancho variable.
- Rocas PPI3, del tipo volcánicas del Plioceno-Pleistoceno. Secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados, lavas basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados.

En la cuenca se encuentran cuatro volcanes: el volcán Tolhuaca (Estratovolcán del Holocenosin, registro de su última erupción), Lonquimay (Estratovolcán Histórico), Sierra Nevada y Llaima (Estratovolcán histórico con fecha probable de última erupción posterior a 1964) los cuales ejercen influencia directa en esta cuenca, e indirecta en las cuencas vecinas. [Ref. 2.4]

2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Imperial se extiende desde la latitud 37°40' hasta los 38°50' latitud Sur.

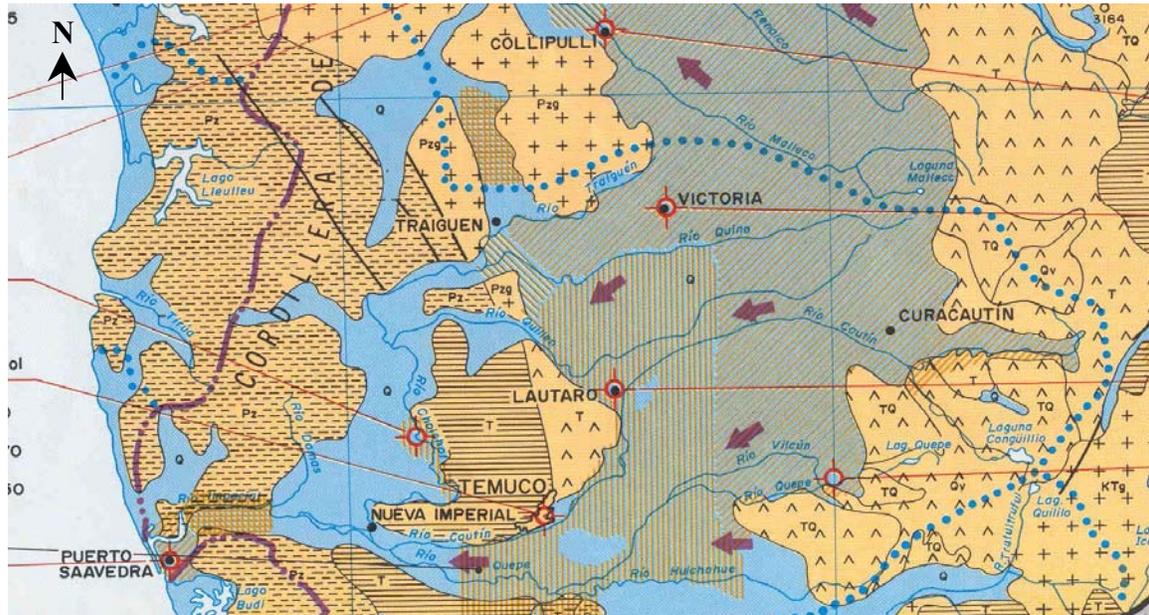
En la parte alta de la cuenca, destaca la existencia de permeabilidad muy baja debido a la presencia de formaciones rocosas de origen volcánico del período Terciario y Cuaternario, período en el cual también se han formado los volcanes de Tolhuaca, Lonquimay, Sierra Nevada y Llaima, que son los formadores del relieve de la zona. Las formaciones rocosas están constituidas principalmente por andesitas e ignimbritas que adoptan la forma de coladas, brechas y tobas de baja permeabilidad y que forman el basamento de esta zona. De acuerdo a las características de permeabilidad, las infiltraciones escurren al acuífero por el subsuelo hasta las depresiones de las cuales el cauce del río Cautín forma parte de una zona de material no consolidado o relleno bajo.

Junto al río Cautín se encuentra asociado un acuífero que escurre hacia la depresión intermedia ampliándose al sur de la ciudad de Curacautin, a través de material no consolidado formado principalmente por depósitos aluviales. Destacan en este sector los bajos niveles freáticos, registrando el pozo DGA de Lautaro, una profundidad de sólo 6 metros.

Desde el sector de Lautaro, el acuífero se divide en dos: uno de ellos sigue la orientación del río Quillén y Quino (por el norte); el otro, gira hacia el sur siguiendo la orientación del Cautín el que posteriormente, a la altura de Temuco, se orienta hacia la costa juntándose con el acuífero del este que viaja paralelo al río Quepe.

En el sector de Nueva Imperial se reúnen los acuíferos procedentes desde el norte y este, para escurrir a través de rocas paleozoicas de nula permeabilidad junto al río Imperial, hasta su desembocadura en Puerto Saavedra. Este último tramo, destaca por la alta productividad de los pozos y baja profundidad del nivel freático [Ref. 2.5].

En la figura 2.1 obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA [Ref. 2.4] representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Imperial



[Ref. 2.5]

Figura 2.1: Características Hidrogeológicas Cuenca del río Imperial (Escala 1:1.000.000)

2.2.4 Geomorfología

La cuenca del río Imperial se caracteriza por sus escasas altitudes que difícilmente sobrepasan los 2.400 m s.n.m. y pendientes por lo general menores del 60%. Es una cuenca preandina en la que se distinguen tres formaciones: La Cordillera de los Andes, la Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa o de Nahuelbuta y Planicies Litorales.

La Cordillera de los Andes se presenta con una altura promedio de 2.000 m s.n.m., destacando como máximas alturas el volcán Llaima (3.124 m s.n.m.), Sierra Nevada (2.580 m s.n.m.) y el Volcán Lonquimay (2.822 m s.n.m.). Una gran cantidad de torrentes menores y lagos de diversos tamaños completan el relieve cordillerano, modelado en gran parte por la actividad volcánica. En este sector se presentan pendientes entre 60-100%.

La Depresión Intermedia está caracterizada por planicies, lomajes y cerros que en general no superan los 300 m s.n.m. Esta planicie se encuentra colmatada con depósitos de

origen fluvial, glacial y volcánico que se reparten en forma homogénea. Los terrenos son planos sin mayores accidentes y pendientes que varían entre 0 y 30%.

Desde el norte de la región hasta la desembocadura del río Imperial, la Cordillera de Nahuelbuta se presenta como un cordón de cerros que no superan los 1.500 metros de altitud, con clara orientación norte - sur. Su ancho máximo es de 50 km entre las localidades de Cañete y Angol. Su composición principal corresponde a material granítico y metamórfico de gran descomposición. La erosión en estas áreas es muy intensa, por lo que no se observan formas originales. En general, esta unidad fisiográfica se presenta baja y con escasa pendiente (0-45%).

La Planicie Litoral corresponde a una franja de relieve planiforme a escasamente ondulado labrado por la acción abrasiva del mar. Su composición corresponde principalmente a depósitos fluviales y marinos [Ref. 2.6].

2.2.5 Suelos

En la cuenca del río Imperial se encuentran las siguientes facetas o asociaciones de suelo:

Suelos Recientes Derivados de Arenas Volcánicas: Son suelos aluviales, de texturas gruesas en todo el perfil, aunque pueden ser mas finas en la superficie. La topografía es generalmente plana a suavemente ondulada (1-3%). La profundidad del suelo generalmente superior a 1 m, el sustrato está constituido por estratos arenosos o arenas y gravas. No presentan una susceptibilidad muy grande al deterioro por efectos que signifiquen grandes movimientos de tierra ni están afectos a procesos erosivos. Este tipo de suelo se encuentra en la zona de la desembocadura y parte terminal de la cuenca.

Andisoles (Trumaos): estos suelos están ligados a una fuerte topografía de lomajes y cerros. Son generalmente suelos profundos, con texturas medias a moderadamente gruesas en todo el perfil. Poseen un elevado contenido de materia orgánica (8-25%). En general no tienen limitaciones respecto de la construcción de obras de infraestructura. Sin embargo, en los lomajes y cerros se presentan algunos problemas relacionados con la erosión (proporcional al grado de la pendiente y a la densidad de la cobertura vegetal). Dada la gran capacidad de retención de agua, estos suelos podrían estar sujetos a deslizamientos en masa del suelo; este tipo de suelo se encuentra, a nivel regional, en la Depresión Intermedia.

Imperial

10.

Rojo Arcilloso Derivados de Materiales Volcánicos: Son por lo general suelos profundos, derivan de materiales volcánicos diversos incluyendo cenizas volcánicas. La topografía es de plano ondulado a lomajes. Poseen una gran cantidad de arcilla cristalina tipo caolinita, por lo tanto la infiltración y la permeabilidad son lentas, favoreciendo el escurrimiento superficial y por lo tanto, los fenómenos erosivos, especialmente en ausencia de cobertura vegetal. Son sensibles a problemas derivados de la ejecución de obras de infraestructura, que signifiquen la eliminación de la cubierta vegetal, especialmente cuando las pendientes son elevadas, creando severos riesgos de erosión hídrica. Este tipo de suelo se encuentra en la zona media de la cuenca.

Suelos Metamórficos de Lomajes y Cerros: La topografía corresponde a lomajes y cerros incluyendo los piedmont, con pendientes pronunciadas que superan el 30%. La profundidad es normalmente superior a 1m si el suelo no ha sufrido erosión, pero también existen en afloramientos rocosos. Las texturas son medias a moderadamente finas en la superficie y arcillosas en profundidad. Los problemas de erosión son graves, la realización de obras de infraestructura que implique la remoción de la vegetación en la temporada lluviosa produce un efecto erosivo inmediato. Este tipo de suelo se encuentra en la zona costera de la cuenca.

Suelos Aluviales Arcillosos: son de origen aluvial, en posición de terrazas aluviales remanentes o intermedias y conos de deyección de gran extensión, son planos a medianamente plano, con pendientes dominantes de 0 a 1%. Por lo general son profundos a moderadamente profundos; tienen texturas francoarcillosas a arcillosas. La permeabilidad es lenta y el drenaje restringido, afectando algunas de las propiedades del suelo como la capacidad de soporte. En la cuenca, este tipo de suelo se encuentra en el sector precordillerano.

Suelos de Terrazas Marinas de Texturas Medias a Finas Disectadas: La topografía va desde plana a suavemente inclinada debido a una fuerte disección de la forma, encontrándose los suelos asociados a los cordones de cerros de la Cordillera de la Costa. La textura superficial dominante es moderadamente fina. La profundidad generalmente supera 1m, el drenaje es bueno y la permeabilidad baja. Los problemas de erosión son moderados severos, asociados a las fuertes pendientes. Este tipo de suelos se encuentran en el sector costero sur de la cuenca [Ref. 2.6].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Imperial

2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Bosque Caducifolio de Concepción, Bosque Caducifolio Interior, Bosque (alto) Montano de Nahuelbuta, Bosque Caducifolio de La Frontera, Bosque Caducifolio del Sur, Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes, Bosque Caducifolio Andino del Bío Bío, Bosque Caducifolio Alto andino con Araucaria y Estepa Altoandina Sub Húmeda:

- Bosque Caducifolio de Concepción: Se extiende por las laderas bajas y medias de la Cordillera de la Costa (desde la VIII Región), presentando una fase húmeda hacia la vertiente oceánica y una fase seca hacia el oriente. Originalmente debe haber tenido un gran desarrollo y riqueza florística, las comunidades son dominadas por *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*.
- Bosque Caducifolio Interior: Corresponde a la situación ambiental menos favorable en el ámbito de los bosques caducifolios del llano tanto por el efecto climático de “sombra de lluvia”, ejercido por la Cordillera de la Costa como por el tipo destructivo de explotación agropecuaria que ha sufrido. En este ambiente los suelos erosionados son frecuentes. De acuerdo con la información existente no ha sido posible reconocer comunidades típicas. Es característico por la mezcla de elementos caducifolios (*Nothofagus obliqua*) y esclerófilos (*Cryptocarya alba*), se encuentra casi siempre bajo la forma de renovales de densidad variables y en lugares de relieve accidentado.
- Bosque (alto) Montano de Nahuelbuta (Tipo Forestal Araucaria): Corresponde a la formación vegetal propia de los sectores más altos de la Cordillera de Nahuelbuta, que presenta una homología ambiental a las cumbres andinas, pero donde las condiciones ecológicas son menos limitantes. La diversidad florística y vegetacional es muy grande para una superficie relativamente reducida y señala, aparte de algunos endemismos de interés, muchos límites de distribución Norte de especies australes. No han sido identificadas comunidades características, los bosques son

dominados por Lengua (*Nothofagus pumilio*) y Araucaria (*Araucaria araucana*).

- Bosque Caducifolio de La Frontera: Formación boscosa abierta, que se distribuye sobre suelos planos y lomajes en el sur - este desde la VIII Región, típicamente representada por comunidades de Roble y Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Esta formación vegetal, está casi totalmente desaparecida por el uso del suelo en cultivos, praderas y plantaciones forestales.
- Bosque Caducifolio del Sur: Se extiende al sur de la IX Región ocupando la depresión central sobre un relieve plano o lomajes morrénicos y en las laderas bajas 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. Esta formación ha sido reemplazado casi totalmente por cultivos y praderas, encontrándose solo en condiciones marginales y en un estado muy modificado. En su composición florística intervienen especies típicamente laurifolias y siempreverdes como *Laurelia sempervirens*, *Aetoxicon punctatum* y *Amomyrtus luma*. También corresponde a bosques de Roble.
- Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes (Tipo Forestal Coigüe – Raulí - Tepa): Bosque de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), 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 altoandinos. 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, lo cual refleja la influencia de elementos vegetacionales de los bosques más australes.
- Bosque Caducifolio Andino del Bío Bío: Bosque Caducifolio Andino del Bío Bío (Tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, según Donoso, 1981): Corresponde al bosque de Roble-Raulí (*Nothofagus oblicua*-*Nothofagus alpina*) de la Cordillera de los Andes y se sitúa en el área norte de la subregión vegetacional (Sub-Región del Bosque Caducifolio Andino). Su

fisonomía corresponde a la de un bosque eminentemente caducifolio con un sotobosque muy denso.

- Bosque Caducifolio Alto andino con Araucaria (Tipo Forestal Araucaria): El bosque de Araucaria - Lenga (*Araucaria araucana* - *Nothofagus pumilio*) en los sectores altos y con Coigüe (*Nothofagus dombeyi*) en los sectores de altitud media, se distribuye por las laderas altas y cumbres de los macizos cordilleros, especialmente en la IX Región. La composición florística, y la fisonomía de sus asociaciones responde primariamente a una gradiente de precipitación, reflejada en la posición ambiental que ocupan en altitud y exposición. En esta formación son frecuentes los sustratos de naturaleza volcánica, que se reflejan fuertemente en la distribución horizontal de la comunidad.
- Estepa Altoandina Sub Húmeda: Aunque es una formación esteparia, se incluye en esta formación vegetacional por la naturaleza de sus elementos florísticos, más relacionados con los territorios patagónicos que con la estepa altoandina boreal. Se ubica en los sectores de mayor altitud caracterizada por una fisonomía de estepa abierta donde las especies dominantes son *Berberis empetrifolia* y *Baccharis patagónica* [Ref. 2.6].

La cuenca del río Imperial, típica de la zona húmeda, presenta alta riqueza de especies de flora y fauna con importancia biogeográfica y que tipifican definitivamente a la biota de las zonas húmedas del país. Del total de macrófitas descritas en la cuenca, el 41% de ellas corresponden a especies nativas y 11% a especies endémicas del área. Estas especies se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2.2: Flora acuática presente en la cuenca del río Imperial y su origen

Nombre	Origen
<i>Alisma lanceolatum</i> L.	Introducido
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Introducido
<i>Aster vahlilii</i> (Gaud.)	Nativo
<i>Baccharis sagittalis</i>	Nativo - Endémico
<i>Callitriche stagnalis</i> L.	Introducido
<i>Callitriche terrestris</i> Raffin.	Nativo
<i>Callitriche verna</i> L.	Introducido
<i>Carex riparia</i> Curtis	Nativo
<i>Centipeda platinoides</i>	Nativo
<i>Crassula peduncularis</i>	Nativo
<i>Cuscuta suaveolens</i> Seringe	Nativo
<i>Cyperus conceptionis</i>	Nativo
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Nativo
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Introducido
<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees.	Introducido
<i>Eleocharis macrostachya</i> Britton	Nativo
<i>Eleocharis pachycarpa</i> Desv.	Nativo
<i>Epilobium puberulum</i>	Nativo –Endémico
<i>Eryngium humifusum</i>	Nativo – Endémico
<i>Eryngium pseudojunceum</i>	Nativo - Endémico
<i>Glyceria multiflora</i> Steud.	Nativo
<i>Gratiola peruviana</i> L.	Nativo
<i>Hedyotis salzmännii</i>	Nativo –Endémico
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Introducido
<i>Juncus bufonius</i> L.	Introducido
<i>Juncus dombeyanus</i>	Nativo
<i>Juncus microcephalus</i>	Nativo
<i>Juncus procerus</i>	Nativo
<i>Limosella australis</i>	Nativo –Endémico
<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr.	Introducido
<i>Ludwigia peploides</i>	Nativo
<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	Introducido
<i>Lythrum portula</i> L.	Introducido
<i>Mentha pulegium</i> L.	Introducido
<i>Mimulus bridgesii</i>	Nativo –Endémico
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Introducido
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Nativo
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Nativo
<i>Navarretia involucrata</i>	Nativo –Endémico
<i>Nothoscordum striatellum</i>	Nativo
<i>Phyla nodiflora</i>	Nativo
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Introducido
<i>Polypogon australis</i> Brong.	Nativo
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Cosmopolita

Tabla 2.2 (Continuación): Flora acuática presente en la cuenca del río Imperial y su origen

Nombre	Origen
<i>Ranunculus bonariensis</i> Poir.	Introducido
<i>Ranunculus repens</i> L.	Introducido
<i>Rorippa sylvestris</i>	Introducido
<i>Rumex conglomeratus</i> Murr.	Introducido
<i>Sagittaria montevidense</i>	Nativo
<i>Scirpus californicus</i>	Nativo
<i>Scirpus inundatus</i>	Nativo
<i>Spergularia rubra</i>	Introducido
<i>Utricularia gibba</i> L.	Nativo
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Introducido

[Ref. 2.6]

2.3.2 Fauna acuática

En la siguiente tabla se incluye la fauna íctica caracterizada según especie, origen y estado de conservación presentes en el cauce del río Imperial.

Tabla 2.3: Fauna Íctica presente en el río Imperial

Especie	Nombre común	Estado de conservación
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Peligro Extinción
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagre	Peligro Extinción
<i>Bullockia</i> sp.	Bagre	ND
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	Peligro Extinción
<i>Diplomystes camposensi</i>	Bagre, tollo	Vulnerable
<i>Diplomystes chilensis</i>	Bagre tollo	Vulnerable
<i>Diplomystes</i> sp.	Bagre, tollo	ND
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Vulnerable
<i>Geotora australis</i>	Lamprea	Vulnerable
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre, tollo	Peligro Extinción
<i>Percichthys trucha</i>	Perca	Vulnerable
<i>Percilia gillisi</i>	Carmelita	Vulnerable
<i>Trichomyterus areolatus</i>	Bagrecito	Vulnerable
14. <i>Trichomyterus</i> sp.	Bagre	ND

ND: no definido.

[Ref. 2.6]

Imperial

16.

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Imperial forma parte de la IX Región de la Araucanía, abarcando las provincias de Malleco y Cautín. La cuenca posee una superficie de 1.276.300 Ha equivalentes al 40% de la Región.

Las ciudades emplazadas en la cuenca corresponden a Temuco, Nueva Imperial, Victoria, Lautaro y Carahue. Entre las localidades pobladas de mayor importancia según el número de habitantes, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla 2.4: Población total de la cuenca del río Imperial

Nombre asentamiento	Población total 2002	Población total urbana 2002	Cauce asociado a localidad
Temuco	245.347	232.528	Río Cautín
Padre Las Casas	58.795	33.697	Río Cautín
Nueva Imperial	40.059	18.335	Río Imperial
Victoria	33.501	23.977	Río Traiguén
Lautaro	32.218	21.071	Río Cautín
Carahue	25.696	11.596	Río Imperial
Vilcún	22.491	9.024	Río Quepe
Traiguén	19.534	14.140	Río Traiguén
Curacautin	16.970	12.412	Río Blanco
Puerto Saavedra	14.034	2.679	Río Imperial
Purén	12.868	7.604	Río Purén
Galvarino	12.596	3.539	Río Quillén
Perquenco	6.450	2.929	Río Quillén

[Ref. 2.7]

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

2.4.2 Actividades económicas

Las actividades económicas más importantes de la IX Región de la Araucanía, según su participación en el PIB regional, corresponden a la agricultura y servicios. [Ref. 2.8]

En la cuenca del río Imperial se aprecia un patrón de uso del suelo propio de sistemas extensivos, caracterizados por el monocultivo de trigo, la presencia de praderas

naturales en el sector de Chol Chol - Temuco y de praderas artificiales en los sectores de Carahue, Nueva Imperial y Temuco. Estos suelos entran en rotación con otros cultivos de invierno, tales como avena, cebada y lupino. Predominan en esta zona las superficies de pradera natural y artificial.

Esta cuenca además, posee un número importante de comunidades mapuches – hiulliches (en el sector costero) cuya economía y cultura se vincula directamente a la tierra. Sin embargo, la extensión, aptitud y estado en que sus predios se encuentran (dificultad de acceso y disponibilidad de agua), son condiciones que dificultan sostener de manera sustentable a esta población. [Ref. 2.9].

2.5 Usos del Suelo

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

Tabla 2.5: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Imperial

Cuenca del río Imperial (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
1.276.300	Praderas	88.447	6.9
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	17.400	1.3
	Plantaciones forestales	160.311	12.4
	Áreas urbanas e industriales	6.399	0.5
	Minería Industrial	< 6,25	0.0
	Bosque nativo y bosque mixto	251.693	19.5
	Otros Usos*	753.935	58.4
	Áreas sin vegetación	12.571	1.0

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales. [Ref. 2.10]

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

Imperial

18.

6,25 Ha. Por ello, no es posible cartográficamente representar en la lámina 1940-IMP-01 el uso de suelo minero.

2.5.1 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 17.400 Ha equivalentes al 1,3% de la superficie total. La agricultura que se desarrolla en algunos sectores de la cuenca por comunidades mapuches, es sólo de subsistencia [Ref. 2.10] [Ref. 2.11].

2.5.2 Uso forestal

La superficie destinada al uso de tipo forestal, abarca una superficie de 160.311 Ha equivalentes al 13% de la superficie total de la cuenca. Destaca la superficie de bosque nativo que comprende el 20% de la superficie total de la cuenca (239.292 Ha).

Las comunas que poseen mayor superficie de plantaciones forestales corresponden a Lumaco, Carahue, Nueva Imperial, Temuco y Victoria, según antecedentes al año 1997. La principal especie plantada en esta zona corresponde al pino radiata [Ref. 2.10] [Ref. 2.11].

2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca comprende 6.399 Ha equivalentes al 0,5% de la superficie total.

La población urbana, se concentra mayoritariamente en las comunas de Temuco, Padre Las Casas, Victoria, Lautaro y Nueva Imperial con un total de 295.911 habitantes, según antecedentes al año 2002. El centro poblado de mayor importancia según el número de habitantes, corresponde a Temuco [Ref. 2.7].

La superficie de la cuenca destinada a la actividad minera, es reducida (menor a 6,25 Ha). Las faenas mineras emplazadas en la cuenca se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2.6: Faenas mineras en la cuenca del río Imperial

Empresa	Faena Minera	Operación y/o proceso	Pasta principal	Situación actual	Ubicación espacial
Cía. Minera Soledad	Mina Los Sauces	Mina subterránea	Cuarzo aluvial	Paralizada	Comuna Los Sauces, próxima a la localidad de Purén, sector nororiente de la cuenca.
Soc. Minera Casablanca Ltda.	Mina Lautaro	Mina rajo abierto	Arcilla para loza	Opera durante la temporada estival (Octubre – Marzo)	Comuna de Purén, próxima a la localidad de Chol Chol, sector sureste de la cuenca.
A.M.A. Huertos Minera Sta. Celia	Minas El Oro	Mina subterránea	Oro	ND	Comuna de Carahue, emplazada próxima a la localidad de Carahue, al norte de ésta.
Elcira Burgos Sepúlveda	Mina Centinela	Mina a rajo abierto	Talco	ND	Comuna de Carahue, emplazada próxima a la localidad de Carahue, al norte de ésta.
Gender Ltda.	Cantera Metrenco	Mina a rajo abierto	Roca granítica	ND	Comuna de Temuco, emplazada próxima a la localidad de Padre Las Casas

ND: información no disponible.

[Ref. 2.10] [Ref. 2.12]

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplazan en la cuenca, corresponden a la Reserva Nacional Malalcahuello, Monumento Natural Contulmo y Cerro Ñielol y el Parque Nacional Conguillío.

Los sitios de conservación de la biodiversidad existentes en la cuenca, incluidos en el documento “Estrategia Regional de Conservación y Uso Sustentable de la biodiversidad, desarrollado en el Marco de la Elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación y Uso sustentable de la Biodiversidad, Región de la Araucanía 2002.”, se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 2.7: Áreas de Conservación de la Biodiversidad

Nombre del sitio	Superficie (Ha)	Característica del ecosistema
Cerro Andecul	331	Sitio de conservación de diversidad biológica. Pristinidad de bosque roble – laurel – lingue de carácter mediterráneo, mezclado con el tipo valdiviano. Representatividad de una formación vegetacional que no está presente en el SNASPE. Comunidades vegetales en muy buen estado de conservación en un entorno muy alterado. Ecosistema aislado de flora y fauna nativa de importante superficie. Biodiversidad florística alta.
Moncul	3.334	Humedal costero con alta representación de especies, especialmente faunísticas, estuarinas, dulces avícolas y avifauna asociada. Área de nidificación y reproducción de aves silvestres. Singularidad en anfibios, reptiles y flora nativa. Alto porcentaje de biodiversidad.
Ñielol – Rucumanque	613	Ecosistema de juncaceas, sitio prioritario de conservación (Rucumanque). Rucumanque y Nielol únicos bosques núcleos densos del valle central. Alta concentración de especies, especialmente avifauna. Singularidad de anfibios, reptiles y flora nativa. Rucumanque: concentra especies en peligro de conservación como Puma, Pudú, Zorro y Carpintero. Alto porcentaje de biodiversidad.
Purén	3.065	Humedal de Purén: Área de amortiguación, sitio natural de interés cultural. Fundamentación: Área de nidificación y reproducción de aves silvestres, singularidad de anfibios, reptiles y flora nativa, factibilidad de protección debido a la existencia de un presido “La Reserva CORA” de 180 Ha. este humedal se encuentra desprotegido y sometido a fuerte presión de caza, pesca y extracción. Alto porcentaje de biodiversidad.
Villa Las Araucarias	37	Asegura la diversidad biológica de la especie Araucaria a nivel nacional, Ecosistema boscoso único. Presencia de especies de flora amenazadas de acuerdo a los estados de conservación (araucaria y coralillo). Comunidades vegetacionales en muy buen estado.

[Ref. 2.13]

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 Imperial es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Imperial

Nombre	Período de Registro
RÍO PURÉN EN TRANAMAN	1952 - 2001
RÍO LUMACO EN LUMACO	1952 - 2001
RÍO DUMO EN SANTA ANA	1987 - 2001
RÍO TRAIGUÉN EN VICTORIA	1950 - 2001
RÍO QUINO EN LONGITUDINAL	1959 - 2001
RÍO QUILLÉN EN GALVARINO	1959 - 2001
RÍO CHOL CHOL EN CHOL CHOL	1963 - 2001
RÍO BLANCO EN CURACAUTÍN	1986 - 2001
RÍO CAUTÍN EN RARI RUCA	1955 - 2001
RÍO MUCO EN MUCO	1950 - 2001
RÍO CAUTÍN EN CAJÓN	1949 - 2001
RÍO QUEPE EN VILCÚN	1946 - 2001
RÍO HUICHAHUE EN FAJA 24000	1985 - 2001
RÍO QUEPE EN QUEPE	1962 - 2001
RÍO CAUTÍN EN ALMAGRO	1965 - 2001

La cuenca del río Imperial está compuesta por las subcuencas del Imperial, del Cautín y del Chol Chol. La subcuenca del Imperial se emplaza en la parte inferior de la cuenca, desde el nacimiento del Imperial, en la junta del Cautín con el Chol Chol, hasta su desembocadura en el océano Pacífico. La subcuenca del Cautín abarca gran parte de la zona oriental de esta cuenca, mientras que la del Chol Chol corresponde a la zona norte y a la oriental, en menor medida.

Se observa un régimen pluvial en toda la cuenca del río Imperial, con importantes caudales en invierno.

Para el análisis hidrológico se ha utilizado un grupo de estaciones, ya que todas las estaciones muestran claros comportamientos pluviales.

- Grupo 1; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por todas las estaciones fluviométricas de la cuenca.

Tabla 3.2: Grupo de Estaciones Fluviométricas

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvial	RÍO PURÉN EN TRANAMAN
2		RÍO LUMACO EN LUMACO
3		RÍO DUMO EN SANTA ANA
4		RÍO TRAIGUÉN EN VICTORIA
5		RÍO QUINO EN LONGITUDINAL
6		RÍO QUILLÉN EN GALVARINO
7		RÍO CHOL CHOL EN CHOL CHOL
8		RÍO BLANCO EN CURACAUTÍN
9		RÍO CAUTÍN EN RARI RUCA
10		RÍO MUCO EN MUCO
11		RÍO CAUTÍN EN CAJÓN
12		RÍO QUEPE EN VILCÚN
13		RÍO HUICHAHUE EN FAJA 24000
14		RÍO QUEPE EN QUEPE
15		RÍO CAUTÍN EN ALMAGRO

Para poder completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas incompletas se utilizaron correlaciones lineales con la estación patrón que se ubicara más cerca, y que presentara un comportamiento hidrológico similar. Estas estaciones patrones corresponden a Purén en Tranaman, Cautín en Rari Ruca y Traiguén en Victoria, las que han sido seleccionadas en base a su buena calidad y extensión de registros.

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 calculados 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 de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad en la IX Región de La Araucanía”, 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.

Imperial

24.

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.

La principal área donde se desarrolla esta práctica en la cuenca del río Imperial es:

- Lago Conguillío.

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 la siguiente tabla se indican las demandas netas de agua durante el año 1996 de acuerdo a los diferentes cultivos. Se hace la distinción entre los sectores norte y sur de la cuenca. El sector norte abarca el área ubicada dentro de la provincia de Malleco, es decir, al norte de la ciudad de Lautaro y en los alrededores de las ciudades de Victoria y Traiguén. El sector sur corresponde al área ubicada dentro de la provincia de Cautín, esto es, al sur de la ciudad de Lautaro, norte y sur de la ciudad de Temuco:

Tabla 3.3: Demanda bruta de riego 1996 (l/s): Sector norte

Cultivos	Ene	feb	mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Frutales	742	686	383	162	0	0	0	0	157	296	484	701
Cereales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remolacha	1620	1513	885	443	0	0	0	0	0	0	472	1285
Maíz	150	157	80	9	0	0	0	0	0	0	0	71
Papas	2170	2157	1078	0	0	0	0	0	0	0	0	1097
Porotos	1951	1351	0	0	0	0	0	0	0	0	387	1440
Hortalizas	570	464	214	0	0	0	0	0	84	291	439	567
Pastos	981	905	514	241	0	0	0	0	278	469	703	926
TOTAL	8184	7233	3154	855	0	0	0	0	519	1056	2485	6088

Tabla 3.4: Demanda bruta de riego 1996 (l/s): Sector sur

Cultivos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Frutales	742	686	383	162	0	0	0	0	157	296	484	701
Cereales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remolacha	2553	2384	1396	698	0	0	0	0	0	0	743	2025
Maíz	12	12	6	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Papas	1338	1330	665	0	0	0	0	0	0	0	0	677
Porotos	4988	3454	0	0	0	0	0	0	0	0	989	3682
Hortalizas	3046	2480	1143	0	0	0	0	0	448	1554	2348	3030
Pastos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	12679	10346	3592	860	0	0	0	0	606	1850	4564	10120

[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 3.5: Producción y demanda de agua potable 1992

Localidad	Producción total bruta (m ³ /año) *10 ³	Consumo total neto (m ³ /año) *10 ³
Temuco	24606	14935
Victoria	2123	1194
Lautaro	1352	761
Traiguén	956	698
Curacautín	959	698
Nuava Imperial	870	653
Carahue	494	368
Purén	563	322
Vilcún	218	145
Galvarino	202	137
Cherquenco	101	76
Puerto Saavedra	167	120
Chol Chol	139	104

[Ref. 3.1]

Así, la producción total en la cuenca del río Imperial ascendía en 1992 a 32749 x 10³ (m³/año), mientras que la demanda actual, incluyendo los sectores residenciales e industriales, equivalía a 20210 x 10³ (m³/año).

Las fuentes de abastecimiento de agua potable (subterráneas y superficiales) se encuentran ubicadas en las mismas localidades. Por falta de antecedentes no es posible ubicar las bocatomas para este uso.

c) Generación de energía eléctrica y actividad minera

De acuerdo a la información recopilada no se han ubicado bocatomas para estos tipos de uso en la cuenca del río Imperial con la información disponible hasta el año 1996.

d) Actividad industrial

En la cuenca del río Imperial funcionan alrededor de 40 industrias, la mayoría de las cuales se ubican en la subcuenca del río Cautín alrededor de la ciudad de Temuco. Además de éstas, existen otras instalaciones en la subcuenca del río Traiguén, de las cuales no se dispone de información para localizarlas.

En la siguiente tabla se resumen las instalaciones industriales que se localizan en esta cuenca con las respectivas demandas de agua industrial de acuerdo a los diferentes rubros:

Tabla 3.6: Demandas industriales en la cuenca del río Imperial 1996

Rubro	Demanda neta (l/s)	Demanda bruta (l/s)
Elaboración de productos lácteos	12	13
Textiles y Cueros	2	2
Frigoríficos, mataderos y elaboración de carnes	12	15
Alimentación, conservas y agroindustrias	62	93
Embotelladoras y cervecerías	3	4
Otras	10	12
TOTAL	100	139

[Ref. 3.1]

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 áreas protegidas por el Estado en la cuenca del río Imperial son:

- Parque Nacional Conguillío: Posee un sistema lacustre formado por el lago Conguillío y las lagunas Captrén, Verde y Arcoiris. Entre la fauna que habita aquí se distinguen los mamíferos predadores, como los pumas y zorros (chilla y culpeo), el quique y la güiña. Entre las aves destacan variedades de patos, cóndores, traros, águilas, y torcazas. Lo más notable en cuanto a la vegetación, son los bosques de araucaria. También el coigüe, roble y raulí, están presentes en toda la reserva, así como la lenga, ñirre, avellano, maitén, ciprés de la cordillera y lleuque.
- Monumento Nacional Cerro Ñielol: Sus laderas están cubiertas de abundante vegetación arbórea y arbustiva, entre las que destaca el copihue rojo. Existen otras especies como el roble, lingue, laurel, ulmo, olivillo, peumo, boldo, manzanilla, etc. Entre los mamíferos, se encuentran al zorro

chilla, monito del monte, guiña y entre las aves la torcaza, picaflor, tiuque, golondrina, diuca, etc.

- Monumento Natural Contulmo: Posee un clima mediterráneo con influencia de los vientos marítimos más húmedos, debido a su escasa altitud, lo cual favorece una gran variedad de especies, tales como olivillo, ulmo, tepa, tineo, laurel y roble, cuyos troncos están tapizados de plantas epifitas, en especial de helechos. También se puede observar un tupido sotobosque de quila, murtas, helechos y copihues.
- Reserva Nacional Malalcahuello: Esta pequeña reserva destaca por su gran diversidad de flora cuyas particularidades se pueden observar a medida que se desciende de las laderas volcánicas, donde el bosque nativo se presenta de diferentes formas y colores. Entre todas las especies, destaca la araucaria, la cual se encuentra acompañada por robles, raulíes y coigües, aunque estos últimos se ven a menor altitud que la araucaria.

También se ubica en la cuenca una pequeña área del Parque Nacional Nahuelbuta.

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

3.2.4 Usos ancestrales

En esta cuenca existen derechos de agua otorgados a comunidades indígenas, pero no se tiene información específica como para ser considerados en la tabla 3.7.

3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-IMP-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 3.7, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.7 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en él, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Tabla 3.7: Usos de agua por segmento en la cuenca del Imperial

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidro-electricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Colpi	0910CO10									
Río Dumo	0910DU10			•						
Río Lumaco	0910LU10			•					•	
	0910LU20			•						
	0910LU30			•						
Río Purén	0910PU10			•					•	
Río Quino	0910QU10			•						
	0910QU20			•						
Río Traiguén	0910TR10			•						
	0910TR20								•	
	0910TR30									
Río Chol Chol	0911CH10			•						
	0911CH20			•						
Río Quillén	0911QI10			•						
	0911QI20			•						
	0911QI30			•						
Río Blanco	0912BL10			•						

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

Tabla 3.7 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del Imperial

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidro-electricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Cautín	0912CA10								•	
	0912CA20									
	0912CA30			•						
	0912CA40			•			•		•	
	0912CA50			•						
	0914CA10			•						
Río Collín	0912CO10									
Río Muco	0912MU10									
	0912MU20									
	0912MU30			•						
Río Huichahue	0913HU10									
Río Quepe	0913QE10			•						
	0913QE20			•						
	0913QE30									
	0913QE40									
Río Imperial	0911IM10			•						
	0915IM10			•						
	0915IM20			•					•	

+ : No es posible de asignar a ningún segmento en particular
[Ref 3.1]

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

Imperial

32.

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Imperial posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 381.089 habitantes.

Del total de población urbana presente en la cuenca, el 93% (355.024 habitantes) posee servicios de agua potable y alcantarillado. Esto refleja que un grupo importante de población urbana es atendida con estos servicios por la empresa sanitaria ESSAR S.A.

La empresa sanitaria además de los servicios anteriores, provee a la población con servicios de tratamiento de aguas servidas. Según estimaciones al año 2002 (SISS), la ciudad de Galvarino posee la mayor cobertura en el tratamiento de las aguas servidas (97,1%), mientras que las ciudades de Victoria, Traiguén, Purén y Vilcún poseen coberturas superiores al 70%.

A continuación, en la tabla 3.8 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.

Tabla 3.8: 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)
Temuco	0912CA40	Río Cautín	ESSAR	0	231.470	224.657	NO		416	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Nueva Imperial	0911IM10	Río Imperial	ESSAR	0	14.364	12.690	NO		23,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Victoria	0910TR10	Río Traiguén	ESSAR	96,5	23.928	22.283	SI	Laguna Aireada	41,3	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Lautaro	0912CA30	Río Cautín	ESSAR	0	17.038	15.329	NO		28,4	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Carahue	0915IM20	Río Imperial	ESSAR	0	9.386	6.757	NO		12,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Vilcún	0913QE20	Río Quepe	ESSAR	79,5	4.944	3.650	SI	Lodos Activados	6,8	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Traiguén	0910TR20	Río Traiguén	ESSAR	92,9	15.210	13.640	SI	Lodos Activados	25,3	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Curacautín	0912BL10	Río Blanco	ESSAR	0	13.190	10.514	NO		19,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Puerto Saavedra	0915IM20	Río Imperial	ESSAR	0	2.808	0	NO		0	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Purén	0910PU10	Río Purén	ESSAR	90,2	10.646	9.054	SI	Laguna de Estabilización	16,8	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Galvarino	0911QI20	Río Quillen	ESSAR	97,1	4.262	4.002	SI	Laguna de Estabilización	7,4	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Padre Las Casas	0912CA40	Río Cautín	ESSAR	0	33.843	32.448	NO		60,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03

NOTAS:

- 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.

Imperial

34.

3.3.2 Residuos Industriales Líquidos

La cuenca del río Imperial posee numerosas industrias ganaderas, entre las cuales destacan las lecherías, criaderos de cerdo y curtiembres. 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, IX 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.

Imperial

36.

Tabla 3.9: Residuos Industriales Líquidos

Industria	Comuna	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	CIU	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)
Lechería INIA Carillanca	Vilcún	0912CA50	E. Curileo – Río Cautín	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Lechería Fundo Palihue	Vilcún	0912CA50	E. Curileo – Río Cautín	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Lechería Fundo Renaico	Galvarino	0911QI30	E. Pelahuenco – río Quillén	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Lechería Fundo Santa Verónica	Galvarino	0911QI30	E. Pelahuenco – río Quillén	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Lechería Fundo Palihue	Vilcún	0912CA50	E. Curileo – Río Cautín	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Industria Lechera PARMALAT	Victoria	0910TR20	Río Traiguén	11123	Nd	*	*	*		*	*						*			*				*					
Criadero cerdo Fundo Mariposa (Soc. Agrícola y Ganadera Pehuén Ltda.)	Victoria	0910TR10	Río Traiguén	11125	Nd	*		*			*						*			*									
Criaderos cerdo Fundo Vista Hermosa (Soc. Agrícola y Ganadera Pehuén Ltda.)	Lautaro	Nd	Río Cautín	11125	Nd	*		*			*						*			*									
Criadero Cerdos Pehuen Lautaro	Lautaro	0912CA40	Río Cautín	11125	Nd	*		*			*						*			*									
Curtiembre Río Cautín S.A. (sin funcionamiento en forma industrial desde 1998)	Victoria	Nd	Río Traiguén	32311	Nd	*	*	*		*	*						*			*		*		*					
Industrias Rosen	Temuco	0912CA40	Canal de riego Pillanlelbun – Río Cautín	32191	Nd																								
CENTEC (Industria procesadora de madera)	Temuco	0912CA40	Canal de riego Pillanlelbun – Río Cautín	33111	Nd			*			*									*									
MALTERÍAS UNIDAS S.A.	Temuco	Nd	Río Cautín	31331	1,8	*	*	3,0		*	*																		
SOPROCAR S.A.	Victoria	Nd	Río Traiguén	11127	Nd	*		*			*						*			*									

NOTAS:

- Nd: información no disponible.
- Las unidades de concentración de los parámetros físico – 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 CIU según Decreto N°90/00.

Imperial

38.

3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología de estimación de la Contaminación Difusa para las subcuencas 0910, 0911, 0912, 0913, 0914 y 0915 del río Imperial, se puede concluir que potencialmente no existirían plaguicidas sobre la clase 1 en las aguas superficiales del río Imperial. En el anexo 3.2 se encuentra un estudio de estimación de contaminantes.

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 Imperial son las siguientes:

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1983-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Río Imperial				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Imperial					
En Almagro (*)	NO	31	21	1983-2000	26
En Carahue	NO	30	21	1984-2002	69
Río Cautín					
En Almagro	SI	30	21	1990-2002	33
En Rari-Ruca	SI	31	21	1983-2002	74
Bajo Temuco (Panamericana)	NO	31	21	1984-2002	65
Río Quepe					
En Vilcún	SI	30	21	1984-2002	69
En Quepe (Panamericana)	SI	31	21	1983-2002	69
Río Traiguén					
En Traiguén (*)	NO	31	21	1984-2000	60
En Victoria (*)	SI	9	5	1983	1

Imperial

40.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Río Imperial				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	Nº Registros
Río Lumaco					
En Lumaco	SI	31	21	1983-2002	69
Río Quino					
En Longitudinal	SI	30	21	1984-2002	67
Río Quillén					
En Vocalhue (Botrollhue)	NO	31	21	1984-2002	67
En Galvarino (*)	SI	13	8	1983	1
Río Chol-Chol					
En Chol-Chol	SI	30	21	1983-2002	69
Río Muco					
En Puente Muco	SI	31	21	1983-2002	70
Río Purén					
En Tranaman (*)	SI	13	8	1983	1
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) Proyecto “Caracterización de las Descargas y del curso Receptor para el Tratamiento de las Aguas Servidas de la ciudad de Temuco”, ESSAR, 1997.

Sus principales características son las siguientes:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO ESSAR					
Cuenca	Río Imperial				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Cautín					
En Cajón	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
En Puente Viejo	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
En Avenida Italia	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
Aguas Abajo Descargas	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
En Planta de Tratamiento	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
5 km aguas abajo Labranza	NO	43	28	Nov.96-Feb.97	3
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas			NO
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos			SI
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos			SI
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados			SI

- c) 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 Imperial, 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 Imperial se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro (< 1 mg/l), molibdeno (<0.01 mg/l), níquel (<10 µg/l), selenio (<1 µg/l), cadmio (<10 µg/l), mercurio (<1 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 Imperial, se incluye en el anexo 3.3 de tipo digital.

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Chol Chol

- Purén en Tranaman

Se ubica en el río Purén, cerca de la ciudad de Purén, a 90 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 invierno, producto de importantes aportes pluviales. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, debido a la presencia de lluvias invernales. Los menores caudales se presentan entre enero y abril.

En años secos también se observa la importante influencia pluvial, con sus mayores caudales entre julio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.1: Río Purén en Tranaman (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	5,816	24,787	30,341	43,663	36,371	29,147	18,915	12,55	7,933	5,505	4,502	3,963
10	5,216	17,69	26,318	38,082	31,648	25,232	16,627	11,057	7,236	5,136	4,162	3,73
20	4,571	12,028	21,917	31,964	26,724	21,187	14,224	9,484	6,431	4,69	3,775	3,455
50	3,552	6,363	14,882	21,981	19,288	15,172	10,554	7,073	5,049	3,837	3,101	2,952
85	2,604	3,707	8,533	12,237	12,682	10,056	7,308	4,929	3,638	2,787	2,379	2,369
95	2,17	3,067	5,86	7,582	9,685	7,898	5,889	3,986	2,951	2,17	2,003	2,046
Dist	L3	L3	G2	L3	G	L2	L2	L2	G2	N	G	L3

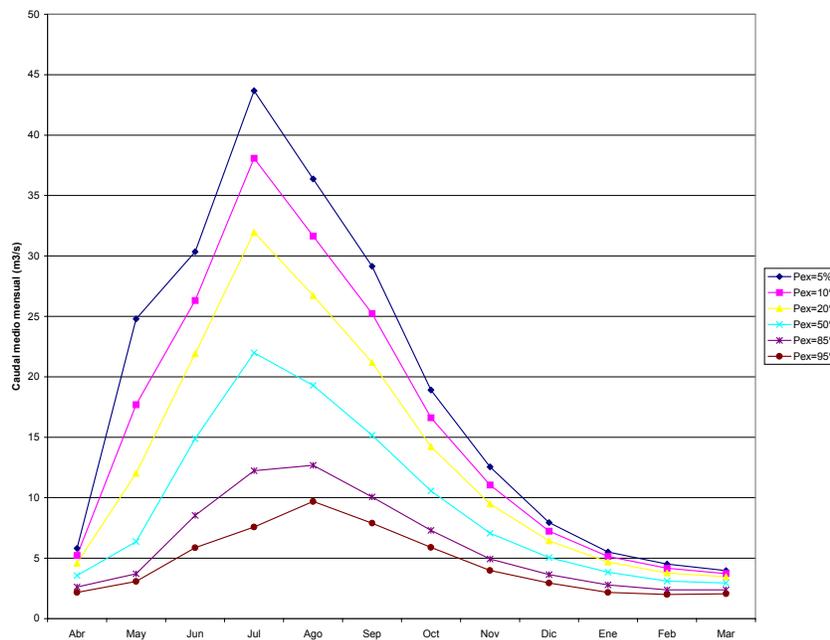


Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Purén en Tranaman

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 Lumaco en Lumaco

Esta estación se ubica en el río Lumaco, aguas abajo de la junta del estero Pichicautín, a 70 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación presenta un régimen bastante similar al de la estación anterior, de carácter pluvial, con sus mayores caudales en invierno. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto debido a importantes lluvias invernales. Los menores escurrimientos se observan entre enero y abril.

En años secos también se observan los mayores caudales en invierno, entre julio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.2: Río Lumaco en Lumaco (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	7,185	34,273	84,291	102,809	75,985	53,724	30,552	18,708	10,927	6,433	5,01	4,618
10	6,271	25,661	65,106	86,638	65,372	46,446	26,607	16,156	9,966	5,92	4,625	4,27
20	5,303	18,076	47,622	69,779	54,308	38,86	22,416	13,494	8,802	5,299	4,158	3,848
50	3,808	9,246	26,18	44,316	37,596	27,401	15,905	9,475	6,576	4,111	3,266	3,043
85	2,46	4,05	12,531	21,697	22,751	17,222	9,993	5,904	3,835	2,649	2,167	2,051
95	1,86	2,495	8,131	11,434	16,015	12,604	7,347	4,284	2,225	1,79	1,522	1,468
Dist	L3	L2	L2	G	G	G	L3	G	N	N	N	N

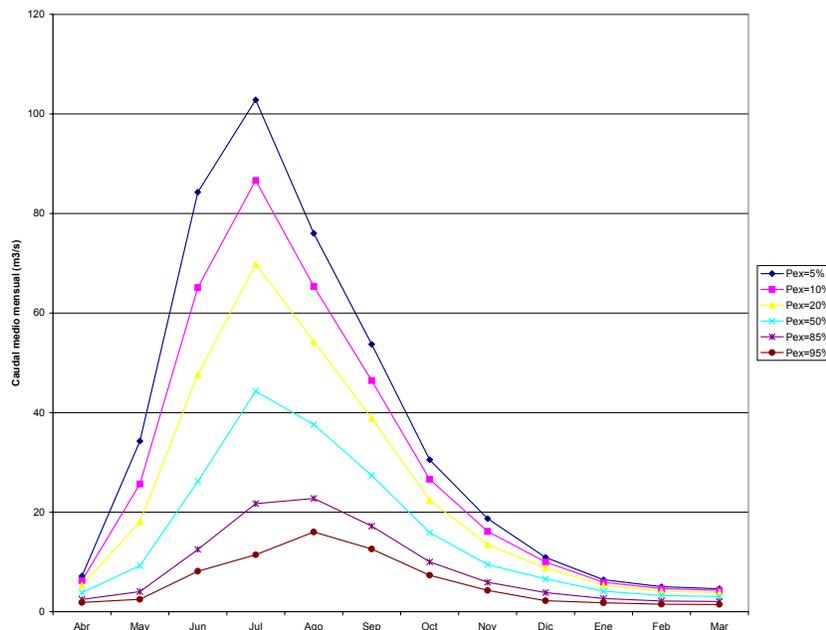


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Lumaco en Lumaco

- Río Dumo en Santa Ana

Esta estación se ubica en el río Dumo, aguas abajo de la junta del estero Pichidumo, a 300 m s.n.m.

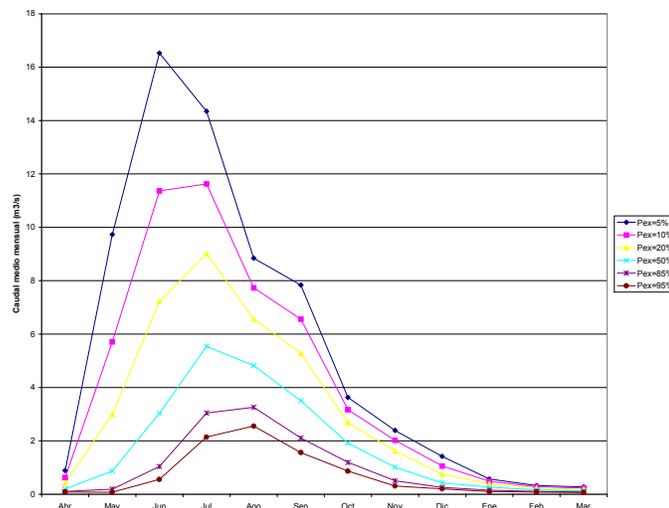
En la tabla 4.3 y figura 4.3 es posible observar un claro régimen pluvial, con importantes caudales en los meses de invierno y escasos escurrimientos en el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores se observan entre diciembre y abril.

En años secos los mayores caudales se ven un poco desplazados, presentándose entre julio y septiembre, mientras que los menores ocurren entre noviembre y mayo.

Tabla 4.3: Río Dumo en Santa Ana (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0,891	9,731	16,525	14,344	8,846	7,839	3,625	2,391	1,419	0,57	0,327	0,273
10	0,624	5,708	11,364	11,626	7,732	6,559	3,17	2,021	1,055	0,486	0,281	0,231
20	0,413	2,991	7,222	9,015	6,57	5,286	2,681	1,624	0,751	0,398	0,233	0,189
50	0,202	0,87	3,034	5,541	4,816	3,499	1,91	1,014	0,423	0,266	0,163	0,128
85	0,104	0,19	1,043	3,043	3,258	2,105	1,194	0,503	0,251	0,149	0,105	0,08
95	0,08	0,078	0,557	2,141	2,551	1,562	0,866	0,309	0,205	0,096	0,081	0,06
Dist	L3	L2	L2	L2	G	L2	L3	G2	L3	G	L2	L2

**Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Dumo en Santa Ana**

- Río Traiguén en Victoria

Esta estación se ubica en el río Traiguén, en su paso por la ciudad de Victoria, a 350 m s.n.m.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se observa que esta estación presenta un régimen pluvial, con importantes caudales en los meses de invierno, producto de lluvias en este período, y bajos escurrimientos superficiales en el período estival.

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

En años secos los mayores caudales se ven desplazados con respecto a lo anterior, presentándose entre junio y septiembre, mientras que los menores ocurren entre diciembre y mayo.

Tabla 4.4: Río Traiguén en Victoria (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	3,290	22,257	23,354	24,332	17,157	12,121	8,469	5,152	4,424	1,982	1,321	1,094
10	2,182	13,177	18,781	20,785	14,962	10,570	7,252	4,375	3,394	1,600	1,067	0,924
20	1,327	6,983	14,424	17,088	12,676	8,954	5,984	3,565	2,461	1,224	0,820	0,747
50	0,513	2,075	8,706	11,503	9,233	6,512	4,069	2,342	1,332	0,705	0,484	0,480
85	0,159	0,466	4,675	6,542	6,249	4,343	2,367	1,256	0,626	0,312	0,236	0,242
95	0,080	0,193	3,245	4,291	4,969	3,359	1,595	0,763	0,401	0,162	0,143	0,134
Dist	L2	L2	L2	G	L2	G	G	G	L2	L3	L3	G

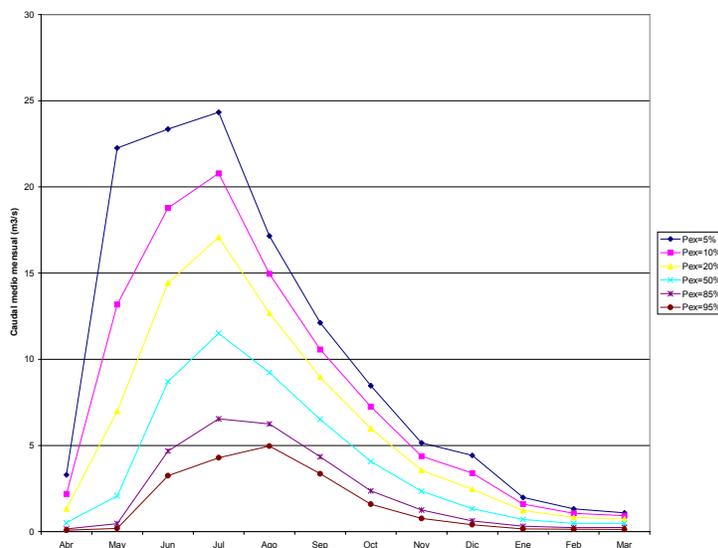


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río Traiguén en Victoria

- Río Quino en Longitudinal

Esta estación se ubica en el río Quino, afluente del Traiguén, a 450 m s.n.m.

En la tabla 4.5 y figura 4.5 es posible observar el régimen pluvial que tiene esta estación, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de lluvias en ese período, y bajos caudales en primavera y verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores caudales se observan entre enero y abril.

En años secos los mayores caudales ocurren entre julio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.5: Río Quino en Longitudinal (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	7,721	55,376	76,33	78,533	57,584	52,439	28,742	15,314	11,887	5,422	3,845	2,419
10	5,46	35,832	59,578	67,736	49,111	40,834	23,954	13,185	9,391	4,532	3,081	2,143
20	3,631	21,149	44,134	56,078	40,499	30,564	19,204	10,871	7,059	3,647	2,412	1,855
50	1,763	7,72	24,859	37,505	28,017	18,538	12,577	7,212	4,091	2,407	1,637	1,42
85	0,858	2,231	12,26	20,003	17,795	11,384	7,449	3,978	2,089	1,443	1,184	1,034
95	0,633	1,076	8,096	11,902	13,631	9,22	5,466	2,651	1,408	1,069	1,05	0,858
Dist	L3	L2	L3	L3	L2	L3	L3	G2	L2	L2	L3	G

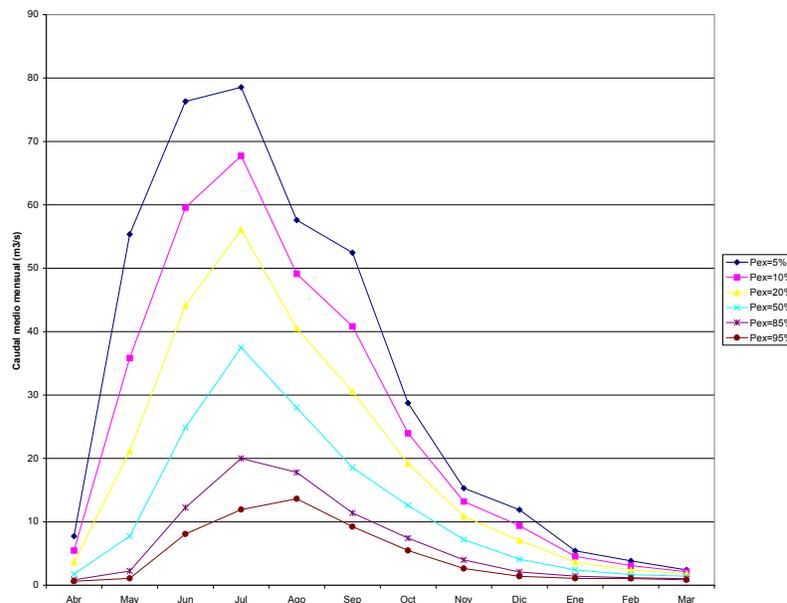


Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Quino en Longitudinal

- Río Quillén en Galvarino

Esta estación se ubica en el río Quillén, frente a la ciudad de Galvarino, a 140 m s.n.m.

Imperial

50.

En la tabla 4.6 y figura 4.6 es posible advertir el marcado régimen pluvial de esta estación, con sus mayores caudales en meses de invierno, y sus menores en primavera y verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre noviembre y abril.

En años secos se observa un pequeño período con caudales de consideración, entre junio y septiembre, para luego mostrar bajos escurrimientos superficiales durante el resto del año.

Tabla 4.6: Río Quillén en Galvarino (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	12,601	80,199	97,152	107,738	76,689	54,375	35,89	17,868	15,98	10,63	9,009	11,431
10	10,967	49,164	79,312	89,337	61,914	43,073	27,657	15,346	13,337	8,706	7,921	9,235
20	9,263	27,944	62,032	71,209	48,824	33,179	20,612	12,762	10,713	6,987	6,787	7,314
50	6,689	11,067	38,783	46,143	33,471	21,785	12,774	8,972	7,048	4,945	5,074	5,102
85	4,403	5,502	21,747	27,043	24,313	15,174	8,459	5,814	4,208	3,705	3,552	3,821
95	3,366	4,556	15,482	19,762	21,536	13,222	7,246	4,505	3,109	3,322	2,862	3,443
Dist	G	L3	L2	L2	L3	L3	L2	L2	L2	L3	G	L3

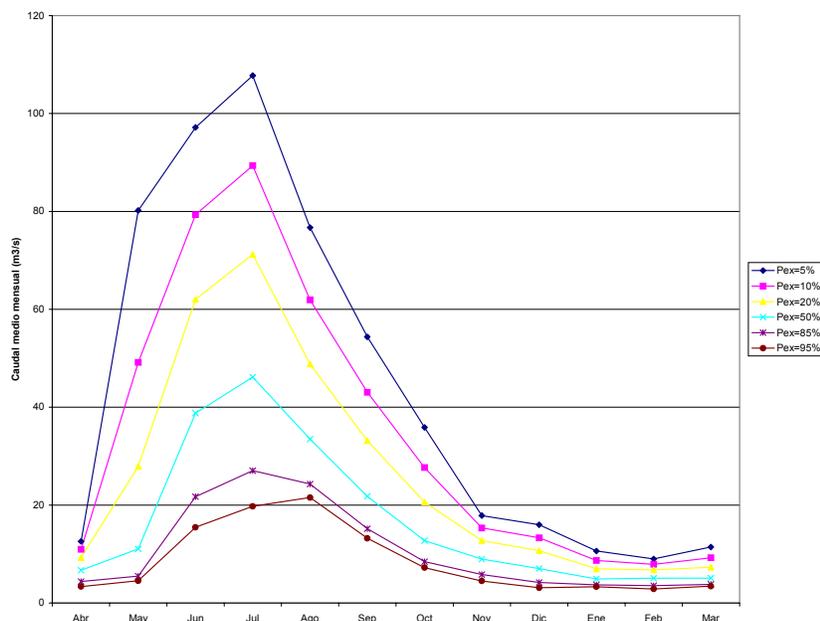


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Quillén en Galvarino

- Río Chol Chol en Chol Chol

Esta estación se ubica en el río Chol Chol, frente a la ciudad del mismo nombre, a 30 m s.n.m.

En la tabla 4.7 y figura 4.7 se puede observar un claro régimen pluvial, con grandes caudales en invierno, y con los menores escurrimientos superficiales en verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de los importantes aportes pluviales, mientras que los menores lo hacen entre enero y abril.

En años secos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto y los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.7: Río Chol Chol en Chol Chol (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	60,719	336,125	517,112	738,03	534,388	490,084	223,577	138,16	99,829	56,181	34,733	29,26
10	48,81	267,508	452,52	628,61	459,7	385,225	192,588	120,781	84,692	49,442	31,837	26,958
20	38,152	197,242	380,486	514,539	383,071	292,574	160,747	102,305	69,398	42,353	28,65	24,558
50	25,453	98,718	259,721	342,249	270,346	184,34	113,799	73,577	47,427	31,509	23,419	20,934
85	17,7	32,06	137,039	189,2	175,991	120,179	74,366	47,466	29,676	21,888	18,27	17,714
95	15,296	13,671	76,279	119,755	136,768	100,837	57,923	35,767	22,532	17,672	15,79	16,253
Dist	L3	G2	L3	G	L2	L3	L2	L3	L2	L2	L2	G

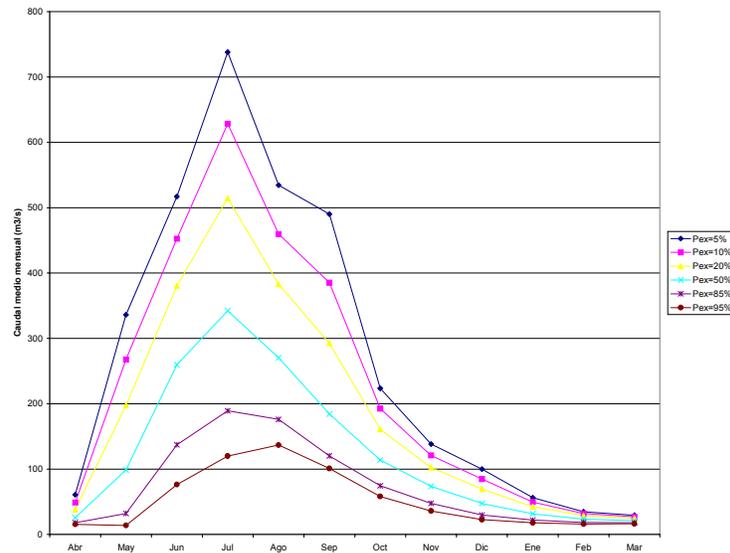


Figura 4.7: Curva de Variación Estacional Río Chol Chol en Chol Chol

b) Subcuenca del Cautín

- Río Blanco en Curacautín

Se ubica en el río Blanco, poco antes de la ciudad de Curacautín, a 405 msnm.

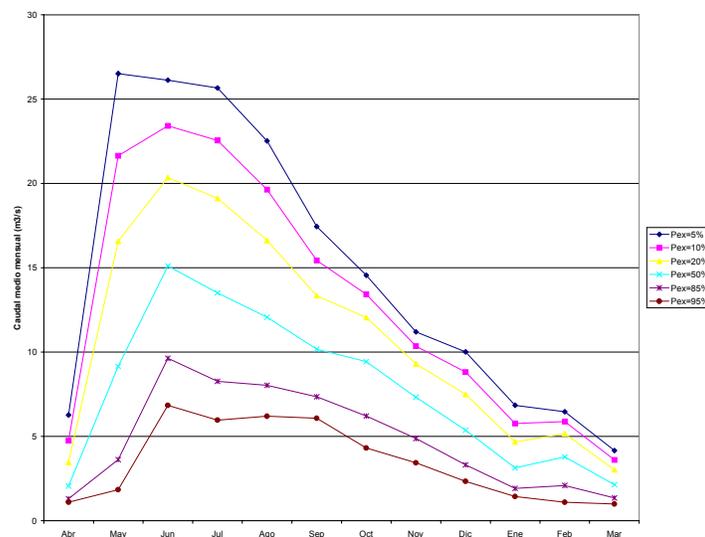
En la tabla 4.8 y figura 4.8 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno y bajos escurrimientos en verano.

En años húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y agosto, producto de lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y abril.

En años secos los caudales se observan bastante uniformes a lo largo del año, con leves aumentos entre junio y septiembre, y disminuciones entre enero y mayo.

Tabla 4.8: Río Blanco en Curacautín (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6,266	26,521	26,124	25,663	22,522	17,449	14,55	11,201	10,006	6,842	6,464	4,163
10	4,743	21,647	23,413	22,557	19,633	15,436	13,419	10,343	8,806	5,756	5,871	3,601
20	3,456	16,566	20,35	19,116	16,62	13,337	12,049	9,304	7,495	4,668	5,153	3,016
50	2,05	9,15	15,11	13,508	12,069	10,167	9,43	7,317	5,367	3,128	3,779	2,132
85	1,298	3,621	9,625	8,267	8,027	7,351	6,204	4,871	3,307	1,91	2,088	1,347
95	1,092	1,838	6,835	5,963	6,193	6,074	4,309	3,434	2,329	1,43	1,094	0,99
Dist	L3	G2	L3	G2	G	G	N	N	L3	LG2	N	G

**Figura 4.8: Curva de Variación Estacional Río Blanco en Curacautín**

- Río Cautín en Rari Ruca

Esta estación se ubica en el río Cautín, poco después de la junta del río Blanco, a 400 m s.n.m.

En la tabla 4.9 y figura 4.9 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, pero con caudales bastante parejos entre mayo y diciembre. Los mayores se observan en invierno y los menores en el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales. Sin embargo, los caudales entre agosto y diciembre se mantienen bastante parejos, evidenciando una leve influencia nival. Los menores escurrimientos superficiales se observan entre enero y abril.

En años secos los caudales se mantienen bastante uniformes entre junio y noviembre, para luego evidenciar leves disminuciones entre diciembre y mayo.

Tabla 4.9: Río Cautín en Rari Ruca (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	80,744	203,978	240,095	291,054	198,251	187,113	181,046	151,437	136,425	93,533	72,898	65,924
10	71,292	168,254	219,637	250,242	182,986	168,35	161,399	136,59	119,906	83,757	66,046	59,061
20	61,437	133,254	194,858	208,394	165,341	148,79	140,916	120,542	102,684	73,274	58,604	51,907
50	46,553	85,33	147,5	146,889	134,033	119,246	109,98	94,928	76,674	56,749	46,632	41,102
85	33,332	49,28	89,168	95,477	99,458	93,002	82,499	70,732	53,567	41,423	35,193	31,503
95	27,332	35,696	54,904	74,132	81,012	81,093	70,03	59,506	43,083	34,431	29,83	27,148
Dist	G	L2	N	L2	L3	G	G	L2	G	L2	L2	G

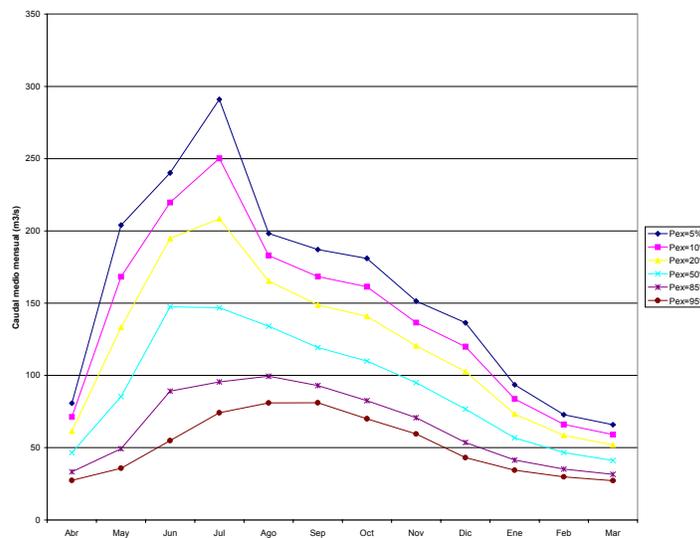


Figura 4.9: Curva de Variación Estacional Río Cautín en Rari Ruca

- Río Muco en puente Muco

Esta estación se ubica en el río Muco, poco antes de la junta del estero Dollinco, a 250 m s.n.m.

En la tabla 4.10 y figura 4.10 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno, y con sus menores escurrimientos en verano.

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

En años secos los mayores caudales también ocurren en invierno, entre junio y agosto, producto de la influencia pluvial, mientras que los menores se presentan entre diciembre y mayo.

Tabla 4.10: Río Muco en puente Muco (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	24,003	79,017	106,033	108,256	81,373	75,11	50,698	31,396	31,964	13,532	10,615	9,915
10	18,535	59,708	88,522	94,946	71,865	62,286	43,504	26,984	25,562	11,747	9,164	8,453
20	13,552	42,419	71,143	80,237	61,953	50,369	36,096	22,46	19,5	9,886	7,652	6,968
50	7,449	21,808	46,831	56,34	46,982	35,33	25,135	15,817	11,619	7,075	5,368	4,817
85	3,565	9,211	27,984	34,127	33,683	25,316	15,881	10,27	6,141	4,578	3,339	3,057
95	2,312	5,302	20,684	24,426	27,648	21,948	12,004	7,969	4,223	3,445	2,418	2,34
Dist	L2	L3	L2	G2	G	L3	L3	L2	L3	G	G	L2

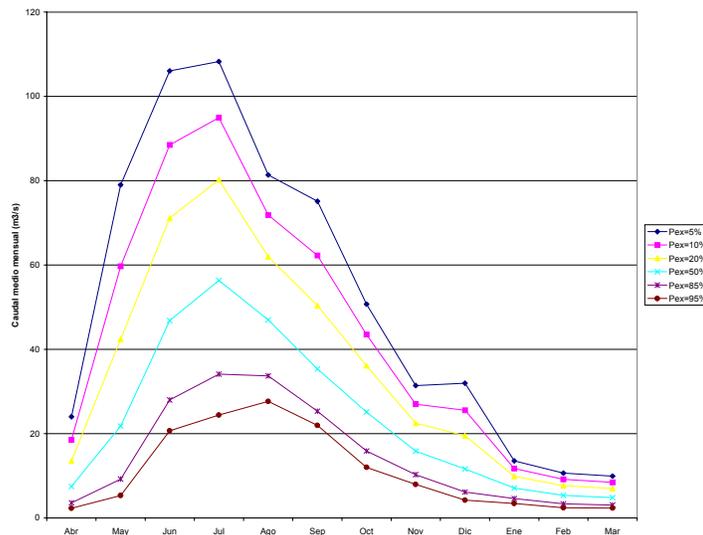


Figura 4.10: Curva de Variación Estacional Río Muco en puente Muco

- Río Cautín en Cajón

Se ubica en el río Cautín, aguas debajo de la junta del río Muco, a 134 m s.n.m.

En la tabla 4.11 y figura 4.11 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno, y sus menores escurrimientos en verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores se presentan entre enero y abril.

En años secos los mayores caudales también ocurren en invierno, entre junio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.11: Río Cautín en Cajón (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	114,277	341,658	429,768	511,211	380,596	321,819	266,087	198,992	182,676	104,874	79,075	68,02
10	94,593	269,309	384,225	451,032	341,501	288,594	237,078	179,051	154,415	91,383	69,466	59,873
20	75,234	201,874	332,63	384,656	299,486	252,909	205,609	156,614	125,697	77,318	59,448	51,301
50	48,569	116,372	243,96	275,293	233,028	196,52	155,095	118,462	84,083	56,075	44,318	38,183
85	28,331	59,046	150,526	167,009	171,076	144,034	106,974	78,888	50,02	37,204	30,878	26,539
95	20,643	39,638	102,716	114,6	142,676	120,006	84,478	58,92	36,147	28,642	24,779	21,434
Dist	L2	L2	L3	L3	L2	L2	L3	L3	L3	G	G	L2

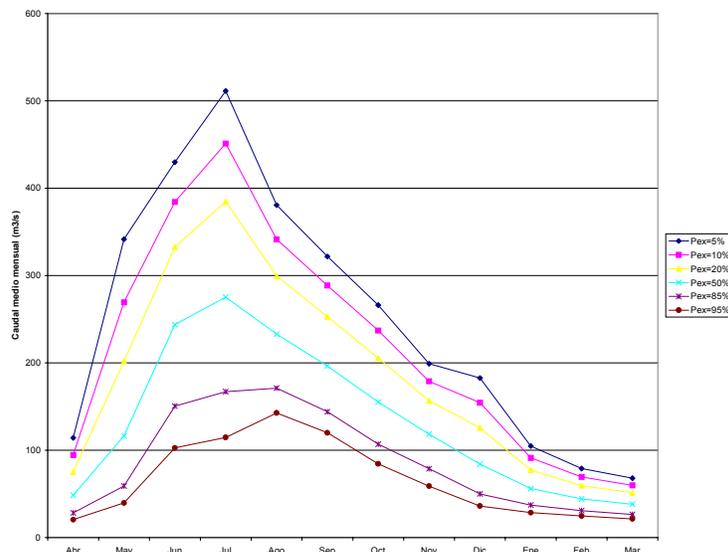


Figura 4.11: Curva de Variación Estacional Río Cautín en Cajón

- Río Quepe en Vilcún

Esta estación se ubica en el río Quepe, cerca de la ciudad de Vilcún, a 292 m s.n.m.

En la tabla 4.12 y figura 4.12 se observa que esta estación presenta un régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno y sus menores en meses de verano.

En años húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.12: Río Quepe en Vilcún (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	40,754	75,372	88,489	112,06	76,947	63,185	57,257	47,541	38,272	31,164	26,129	24,762
10	32,971	62,107	79,809	96,478	68,372	57,059	50,606	41,946	34,597	27,974	23,445	22,136
20	25,92	49,126	69,856	80,235	59,433	50,32	43,672	36,044	30,428	24,545	20,646	19,398
50	17,362	31,383	52,418	55,701	45,931	39,266	33,199	26,974	23,25	19,113	16,418	15,264
85	11,988	18,071	33,518	33,907	33,937	28,392	23,896	18,876	15,664	14,046	12,663	11,591
95	10,277	13,067	23,601	24,018	28,495	23,16	19,675	15,305	11,772	11,722	10,959	9,924
Dist	L3	L2	L2	G	G	L3	G	L2	L3	L2	G	G

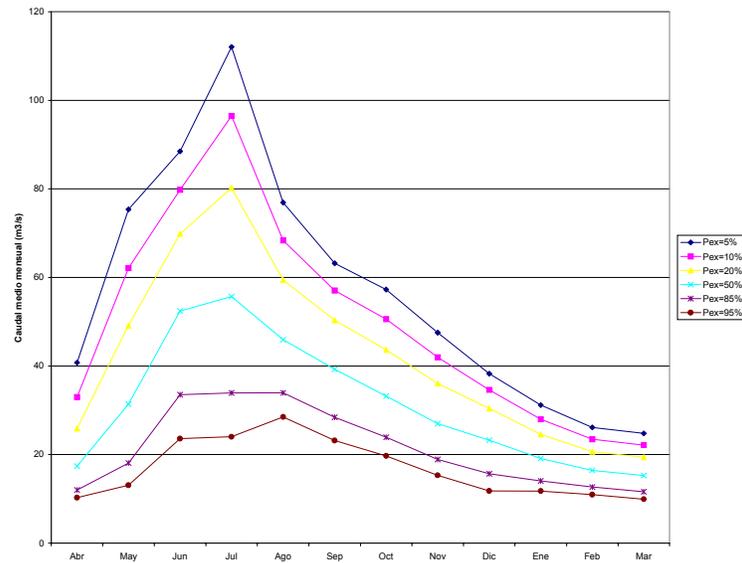


Figura 4.12: Curva de Variación Estacional Río Quepe en Vilcún

- Río Huichahue en Faja 24000

Esta estación se ubica en el río Huichahue, poco antes de la junta del río Caihuico, a 150 m s.n.m.

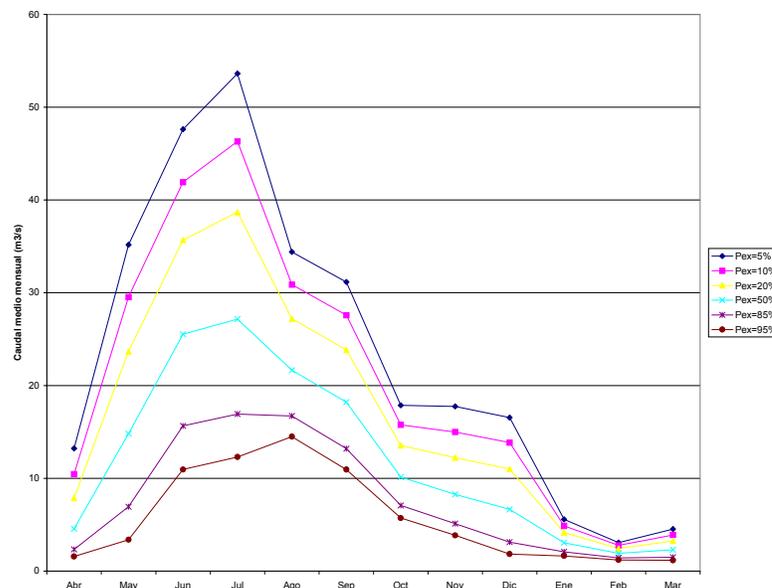
En la tabla 4.13 y figura 4.13 es posible observar que esta estación presenta un régimen pluvial, con importantes caudales en invierno, y menores escurrimientos en verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales también ocurren en invierno, entre junio y agosto, mientras que los menores se extienden entre noviembre y mayo.

Tabla 4.13: Río Huichahue en Faja 24000 (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	13,231	35,174	47,631	53,626	34,408	31,164	17,878	17,747	16,541	5,565	3,06	4,522
10	10,452	29,546	41,93	46,309	30,881	27,583	15,765	14,99	13,851	4,869	2,759	3,889
20	7,856	23,678	35,69	38,682	27,204	23,849	13,538	12,218	10,989	4,143	2,433	3,239
50	4,552	14,817	25,534	27,162	21,651	18,211	10,116	8,262	6,646	3,046	1,914	2,284
85	2,324	6,944	15,657	16,929	16,717	13,202	7,067	5,103	3,116	2,072	1,425	1,485
95	1,566	3,372	10,953	12,286	14,479	10,93	5,725	3,846	1,825	1,63	1,198	1,154
Dist	L2	G	L3	G	G	G	N	L3	G2	G	L2	L2

**Figura 4.13: Curva de Variación Estacional Río Huichahue en Faja 24000**

- Río Quepe en Quepe

Esta estación se ubica en el río Quepe, inmediatamente aguas abajo de la junta del río Huichahue, a 80 m s.n.m.

En la tabla 4.14 y figura 4.14 se observa que esta estación presenta un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno, mientras que los menores ocurren en meses de verano.

Imperial

60.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales se observan entre junio y agosto, mientras que los menores se extienden entre diciembre y mayo.

Tabla 4.14: Río Quepe en Quepe (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	73,199	230,117	299,514	373,542	261,809	212,331	159,099	122,804	101,722	58,841	45,259	41,097
10	60,814	181,47	257,551	322,204	232,847	187,86	141,87	105,175	85,345	51,29	39,739	35,71
20	48,584	136,104	214,527	268,683	202,655	162,348	122,489	87,176	68,999	43,417	33,946	30,122
50	31,632	78,541	151,224	187,847	157,052	123,817	90,23	60,898	45,958	31,527	25,12	21,759
85	18,646	39,902	98,312	116,038	116,543	89,588	58,98	39,148	27,86	20,965	17,336	14,576
95	13,669	26,807	76,353	83,455	98,162	74,057	44,645	30,199	20,764	16,172	13,942	11,52
Dist	L2	L2	L2	G	G	G	G2	L2	L2	G	L2	L2

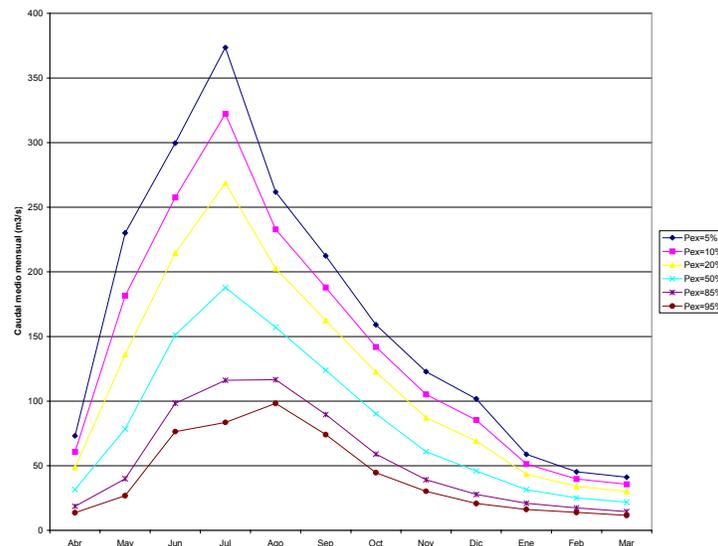


Figura 4.14: Curva de Variación Estacional Río Quepe en Quepe

- Río Cautín en Almagro

Esta estación se encuentra en el río Cautín, poco después de la junta del río Quepe.

En la tabla 4.15 y figura 4.15 se observa que esta estación muestra un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno y sus menores en el período estival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de la importante influencia pluvial, mientras que los menores se observan entre enero y abril.

En años secos los mayores caudales también ocurren en invierno, entre junio y septiembre, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y mayo.

Tabla 4.15: Río Cautín en Almagro (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	181.13	713.06	916.78	1216.22	741.08	633.28	506.64	380.61	300.80	180.67	131.88	125.90
10	156.24	554.37	809.42	1018.37	665.53	560.67	442.25	331.90	257.12	154.45	115.09	105.51
20	130.28	408.68	690.43	821.37	584.26	484.97	375.12	280.18	211.58	127.74	97.58	86.84
50	91.09	228.19	492.85	544.40	455.52	370.64	273.72	199.87	142.81	88.86	71.14	63.78
85	56.26	111.32	294.99	328.06	335.24	269.08	183.66	127.06	81.71	56.83	47.65	48.94
95	40.46	73.02	198.24	243.69	279.99	222.99	142.79	94.51	53.99	43.70	36.99	44.10
Dist	G	L2	L3	L2	L2	G	G	L3	G	L2	G	L3

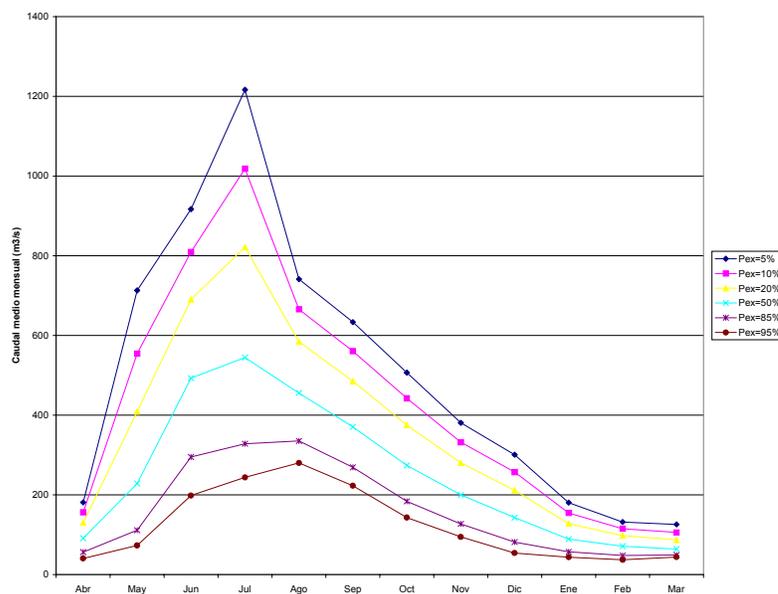


Figura 4.15: Curva de Variación Estacional Río Cautín en Almagro

4.1.2 Conclusiones

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

a) Subcuenca del Chol Chol

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Chol Chol, incluyendo a sus principales afluentes: río Purén, Lumaco, Traiguén, Quino y Quillén. Se observa en toda la subcuenca un marcado régimen pluvial, con importantes caudales en los meses de invierno.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes lluvias invernales. En años normales y secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, presentándose entre junio y septiembre.

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

b) Subcuenca del Cautín

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Cautín y sus principales afluentes, los ríos Quepe y Muco. En toda la subcuenca se observa un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno, producto de lluvias invernales.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo. En años normales y secos la influencia pluvial sigue siendo de importancia, produciéndose sus mayores caudales 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 Imperial.

Tabla 4.16: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Imperial

N°	Subcuenca	Período Estiaje
1	Chol Chol	Enero – Febrero – Marzo
2	Cautín	Enero – Febrero – 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 4.17 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 4.17: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Imperial.

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	26	183	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	s/i	s/i	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,4	15,6	>7,5	Obligatorio
pH	unidad	4,1	9,7	6,5 - 8,5	Obligatorio
RAS	-	0,1	1,0	<2,4	No
Sólidos disueltos	mg/L	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/i	s/i	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°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	1,4	39	<80	No
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	<0,8	No
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	<0,05	No
Sulfato	mg/L	0,5	9,6	<120	No
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	<1	<1	<0,4	No
Cobre	μg/L	<10	180	<7,2	Si
Cromo total	μg/L	<10	150	<8	Si
Hierro	mg/L	<0,01	5,74	<0,8	Si
Manganeso	mg/L	<0,01	0,07	<0,04	Si
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	0,08	<0,096	No

Tabla 4.17 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Imperial.

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	<0,01	1,70	<0,07	Si
Arsénico	mg/L	<0,001	0,03	<0,04	No
Cadmio	µg/L	<10	<10	<1,8	No
Estaño	µg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	<1	<1	<0,04	No
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 Suspendidos
 - Coliformes Fecales

- Parámetros Principales
 - Cobre
 - Cromo_{total}
 - Hierro
 - Manganeso
 - Aluminio

Imperial

66.

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: RAS, cloruro, sulfato, zinc, arsénico, níquel y selenio, donde los valores de estos dos últimos parámetros corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

No es posible realizar un análisis para los parámetros: boro, molibdeno, cadmio, mercurio 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 abcisa 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 Imperial: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, cobre, cromo, hierro, manganeso y aluminio.

En el caso de otros parámetros seleccionados, y de otras estaciones de calidad vigentes no se presentan gráficas de tendencia central porque no existen datos suficientes para representar una serie de tiempo.

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.18.

Tabla 4.18: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL
Conductividad Eléctrica:
<p><u>Río Imperial:</u> En las estaciones Almagro y Carahue se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, un comportamiento similar entre ellas aumentando en aproximadamente 15 $\mu\text{S/cm}$ en la estación Carahue y en 25 $\mu\text{S/cm}$ en Almagro. La tendencia central es creciente con un valor de 78 $\mu\text{S/cm}$ respectivamente.</p>
<p><u>Río Cautín:</u> Para las estaciones Rari-Ruca y bajo Temuco se observa un comportamiento similar, en una serie de tiempo que va desde 1984 hasta el 2002 aumentando en 35 $\mu\text{S/cm}$ en cada estación con una tendencia central creciente en un valor de 85 $\mu\text{S/cm}$. En el río Cautín en la estación Almagro se observa un comportamiento homogéneo, constante en un solo valor, con una tendencia central plana en un valor de 78 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Chol Chol:</u> En la estación Chol Chol se observa en una serie de tiempo de dieciséis años un aumento de aproximadamente de 10 $\mu\text{S/cm}$ a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 58 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Lumaco:</u> En la estación Lumaco en el río Lumaco se observa en una serie de tiempo de dieciséis años un aumento de aproximadamente de 8 $\mu\text{S/cm}$ a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 58 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Muco:</u> En la estación Puente Muco se observa en una serie de tiempo que va desde 1989 hasta 2002 un valor constante a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 50 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Quillén:</u> En la estación Vocalhue, única estación en el río Quillén, se tiene una serie de tiempo que va desde 1987 hasta el año 2002, donde se observa un aumento de aproximadamente de 15 $\mu\text{S/cm}$ en la conductividad a lo largo del tiempo. La tendencia central es creciente en un valor de 75 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Quepe:</u> En la estación Vilcún se observa en una serie de tiempo que va desde 1987 hasta el año 2002 un valor constante a lo largo del tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 60 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Quepe en Quepe, en la misma serie de tiempo, se observa un aumento de aproximadamente 15 $\mu\text{S/cm}$ a lo largo de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente en un valor de 55 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Quino:</u> En la estación Longitudinal se tiene una serie de tiempo de quince años, observándose un aumento de aproximadamente de 5 $\mu\text{S/cm}$ a lo largo de la serie de tiempo. La tendencia central es creciente en un valor de 45 $\mu\text{S/cm}$.</p>
<p><u>Río Traiguén:</u> En la estación Traiguén en Traiguén en una serie de de once años se observa un comportamiento constante en un mismo valor a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 60 $\mu\text{S/cm}$</p>

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL
Oxígeno Disuelto:
<u>Río Imperial:</u> En la estación Almagro se observa una serie interrumpida en el tiempo con un valor oscilante en un rango constante en una serie de tiempo de trece años, con una tendencia central plana en un valor de 10.8 mg/l . En la estación Carahue en una serie de quince años se observa una tendencia central plana en un valor de 9.5 mg/l.
<u>Río Cautín:</u> En la estación Rari Ruca, en una serie de tiempo de doce años, el comportamiento ha sido a aumentar en 0.8 mg/l. La tendencia central es creciente en un valor de 10,8 mg/l. En la estación Cautín bajo Temuco el comportamiento es constante en un rango, en una serie de tiempo de catorce años. La tendencia central es plana en un valor de 10.5 mg/l. En la estación Cautín en Almagro la serie de tiempo esta interrumpida entre 1996 hasta 1999 con una tendencia central en un valor de 11 mg/l.
<u>Río Chol Chol:</u> Se observa en la estación Chol-Chol un comportamiento constante en una serie de tiempo de doce años, con una tendencia central plana en un valor de 10,0 mg/l.
<u>Río Lumaco:</u> En una serie de tiempo de catorce años se observa en la estación Lumaco en Lumaco un comportamiento constante en un solo valor, con una tendencia central que va en aumento levemente hasta un valor de 9,8 mg/l.
<u>Río Muco:</u> En una serie de tiempo de catorce años se observa en la estación Puente Muco un comportamiento levemente ascendente, hasta un valor de 9.8 mg/l.
<u>Río Quillén:</u> En una serie de tiempo de catorce años se observa en la estación Volcahue un comportamiento constante en un solo valor , con una tendencia central levemente creciente en un valor de 10.2 mg/l.
<u>Río Quepe:</u> En una serie de tiempo de catorce años se observa en la estación Vilcún un comportamiento que va en aumento a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 11 mg/l. En la estación Quepe en Quepe desde 1990 hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2002 el comportamiento es constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 10.5 mg/l.
<u>Río Quino:</u> En una serie de tiempo de catorce años en la estación Longitudinal se observa un comportamiento plano con una tendencia central plana en un valor de 10.5 mg/l.
<u>Río Traiguén:</u> En la estación Traiguén en Traiguén en una serie de tiempo de doce años e interrumpida entre 1996 a 1997 el comportamiento es constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 9,3 mg/l.
pH :
<u>Río Imperial:</u> En la estación Almagro la serie de tiempo esta interrumpida en los últimos años entre 1997 y 1999 se observa una tendencia central creciente en un valor de 7.3. En la estación Carahue el valor de la tendencia central es de 7,0 en una serie de tiempo de quince años.
<u>Río Cautín:</u> En la serie de tiempo de doce años en la estación Rari Ruca se observa dos periodos el primero hasta el año 1989 (con una tendencia plana con valor de 7) y el segundo de 1989 a 2002 (con una tendencia plana de valor 7.2). En la estación bajo Cautín, el valor de la tendencia es central es de 7.2. En la estación Cautín en Almagro, se presentan dos periodos, el primero de 1990 al 1997, desde un valor de 7.7 presenta una tendencia decreciente hasta alcanzar 7.3. El segundo periodo, de 1999 al 2002, de 7.3 tiende crecientemente hasta alcanzar un valor de 7.5.

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL
<p><u>Río Chol Chol</u>: En la estación Chol Chol, una serie de tiempo de quince años, se observa una tendencia central plana en un valor de 6.8.</p>
<p><u>Río Quepe</u>: Se observa en la estación Vilcún en una serie de tiempo trece años dos periodos el primero es constante en un solo valor hasta el año 2000 y el segundo presenta un aumento en 0,2 unidades hasta el termino de la serie con una tendencia central en un valor de 7.2 . En la estación Quepe en Quepe se observa el mismo comportamiento que en la estación anterior con una tendencia central en un valor de 7.1.</p>
<p><u>Río Quino</u>: En la estación Longitudinal, una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento constante en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo , la tendencia central es creciente en un valor de 7.0</p>
<p><u>Río Traiguén</u>: En la estación Traiguén, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento constante en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es plana en un valor de 6.8.</p>
<p>Cobre:</p>
<p><u>Río Imperial</u>: Se observa en la estación Almagro en una serie de tiempo de doce años dos periodos el primero es decreciente en aproximadamente en 10 µg/l hasta el año 1997 y el segundo periodo presenta un comportamiento constante hasta el termino de la serie con una tendencia central plana en un valor de 12 µg/l . En la estación Carahue se observa un comportamiento constante en una serie de tiempo de trece años con una tendencia central plana en un valor de 12 µg/l.</p>
<p><u>Río Cautín</u> : En las estaciones Rari Ruca y bajo Temuco se observa un comportamiento constante en una serie de tiempo de trece años con una tendencia central plana en un valor de 12 y 14 µg/l respectivamente . En la estación río Cautín en Almagro el comportamiento en la serie de tiempo de diez años presenta dos periodos el primero es decreciente hasta 1997, el segundo es constante hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 14 µg/l .</p>
<p><u>Río Chol Chol</u>: En la estación Chol Chol, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento que disminuye a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente en un valor de 15 µg/l.</p>
<p><u>Río Lumaco</u>: En la estación Lumaco, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento que disminuye a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente en un valor de 15 µg/l.</p>
<p><u>Río Muco</u>: En la estación Puente Muco, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento constante en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente en un valor de 10 µg/l.</p>
<p><u>Río Quillén</u>: En la estación Volcahue, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento que disminuye en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente en un valor de 12 µg/l.</p>
<p><u>Río Quepe</u>: En la estación Vilcún, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento que disminuye en un mismo valor a lo largo de toda la serie de tiempo, la tendencia central es decreciente en un valor de 15 µg/l.</p>
<p><u>Río Quino</u>: En la estación Longitudinal, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento que disminuye a lo largo de toda la serie de tiempo, con un peak de aumento en el año 1993, la tendencia central es decreciente en un valor de 13 µg/l.</p>

Imperial

70.

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL	
<u>Río Traiguén</u> : En la estación río Traiguén en Traiguén, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento que disminuye a lo largo de toda la serie de tiempo, con un peak de aumento en el año 1993, la tendencia central es decreciente en un valor de 12 µg/l.	
Cromo total :	
<u>Río Imperial</u> : Se observa un comportamiento que tiende a disminuir con un valor de la tendencia central en 24 µg/l. En la estación Carahue se observa un mismo comportamiento en una serie de tiempo de cinco años, con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/l. En la estación Imperial en Almagro, en una serie de tiempo muy restringida, se observa un salto de 10 µg/l a 30 µg/l, y luego un comportamiento decreciente hasta alcanzar 23 µg/l.	
<u>Río Cautín</u> : En las estaciones Rari Ruca y bajo Temuco se observa un mismo comportamiento el cual tiende a disminuir a lo largo de la series de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 20 µg/l y 25 µg/l respectivamente. En la estación Almagro se observa el mismo comportamiento.	
<u>Río Chol Chol</u> : En la estación Chol Chol en Chol Chol en una serie de tiempo restringida a tres años se observa un comportamiento que tiende a disminuir con una tendencia central decreciente en un valor de 22 µg/l.	
<u>Río Lumaco</u> : En la estación Lumaco en Lumaco se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde mediados del año 1998 en una serie de tiempo de cinco años, con una tendencia central decreciente desde 1998 en adelante en un valor de 17 µg/l.	
<u>Río Muco</u> : En la estación río Muco en Puente Muco se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1998 en adelante en una serie de tiempo de seis años, con una tendencia central decreciente desde 1998 en adelante en un valor de 13 µg/l.	
<u>Río Quillén</u> : En la estación río Quillén en Volcahue se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1998 en adelante en una serie de tiempo de seis años, con una tendencia central decreciente desde 1998 en adelante en un valor de 16 µg/l.	
<u>Río Quepe</u> : En la estación río Quepe en Vilcún en una serie de tiempo de cuatro años, se observa un comportamiento con un primer periodo que tiende a aumentar y en un segundo periodo tiende a disminuir desde 1998 hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente desde 1998 en adelante en un valor de 15 ug/l. En la estación Quepe en Quepe se observa el mismo comportamiento que la estación anterior con una tendencia central decreciente en un valor de 18 µg/l.	
<u>Río Quino</u> : En la estación río Quino en Longitudinal el comportamiento es a disminuir a lo largo de la serie de tiempo de seis años con una tendencia central decreciente en un valor de 16 µg/l.	
<u>Río Traiguén</u> : En la estación río Traiguén en Traiguén el comportamiento es a disminuir a lo largo del año y de la serie de tiempo de seis años con una tendencia central decreciente en un valor de 22 µg/l.	
Hierro :	
<u>Río Imperial</u> : En la estación Imperial en Almagro en una serie de tiempo de dieciséis años e interrumpida entre los años 1987 a 1995 se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1995 en adelante con una tendencia central	

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL
<p>decreciente en un valor de 0.3 mg/l. En la estación Carahue se observa al comienzo de la serie de tiempo de dieciséis un comportamiento disímil, desde 1992 en adelante comienza a disminuir hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.5 mg/l.</p>
<p><u>Río Cautín:</u> En las estaciones Rari Ruca y bajo Temuco se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, un comportamiento común desde 1992 en adelante tiende a disminuir hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.38 mg/l y 0.4 mg/l respectivamente. En la estación Almagro se observa, en una serie de tiempo interrumpida un mismo comportamiento con una tendencia central decreciente en un valor de 0.3 mg/l.</p>
<p><u>Río Chol Chol:</u> En la estación Chol Chol en Chol Chol en una serie de tiempo de dieciséis años se observa un comportamiento que tiende a disminuir con una tendencia central decreciente en un valor de 0.55 mg/l.</p>
<p><u>Río Lumaco:</u> En la estación Lumaco en Lumaco se observa en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que tiende a disminuir en 0.4 mg/l aproximadamente desde 1991 hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 1.3 mg/l.</p>
<p><u>Río Muco:</u> En la estación río Muco en Puente Muco se observa en una serie de tiempo de quince años, un comportamiento que tiende a disminuir desde 1992 en adelante hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.45 mg/l.</p>
<p><u>Río Quillén:</u> En la estación río Quillén en Volcahue se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1997 en adelante en una serie de tiempo de quince años, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.65 mg/l.</p>
<p><u>Río Quepe:</u> En la estación río Quepe en Vilcún en una serie de tiempo de 16 años, se observa un comportamiento que tiende a aumentar hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 0.42 mg/l. En la estación Quepe en Quepe se observa el mismo comportamiento que la estación anterior en la misma serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 0.5 mg/l.</p>
<p><u>Río Quino:</u> En la estación río Quino en Longitudinal el comportamiento es a aumentar hasta 1992 y luego a disminuir en aproximadamente en 0.05 mg/l a lo largo de la serie de tiempo de 16 años con una tendencia central decreciente en un valor de 0.25 mg/l.</p>
<p><u>Río Traiguén:</u> En la estación río Traiguén en Traiguén el comportamiento es a aumentar hasta 1992 y luego a disminuir en aproximadamente en 0.2 mg/l a lo largo de la serie de tiempo de 15 años con una tendencia central decreciente en un valor de 0.55 mg/l.</p>
<p>Manganeso:</p>
<p><u>Río Imperial:</u> En la estación Imperial en Almagro en una serie de tiempo de cuatro años se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1998 en adelante con una tendencia central decreciente en un valor de 0.015 mg/l. En la estación Carahue se observa al comienzo de la serie de tiempo de siete años un comportamiento que va en aumento, desde 1992 en adelante se mantiene constante en un rango hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0.03 mg/l.</p>
<p><u>Río Cautín:</u> En la estación Rari Ruca se observa un comportamiento que va en aumento a lo largo de la serie del tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 0.035 mg/l. En la estación bajo Temuco se observa, en una serie de tiempo de dieciséis años, un primer comportamiento que va en aumento hasta 1997, y un segundo comportamiento que tiende a</p>

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL	
	disminuir hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.028 mg/l. En la estación Almagro se observa, en una serie de tiempo interrumpida un comportamiento disímil con una tendencia central decreciente en un valor de 0.02 mg/l.
	<u>Río Chol Chol</u> : En la estación Chol Chol en Chol Chol en una serie de tiempo de cinco años se observa un comportamiento disímil con una tendencia central en un valor de 0.035 mg/l.
	<u>Río Lumaco</u> : En la estación Lumaco en Lumaco se observa en una serie de tiempo de cinco años, un comportamiento que tiende a disminuir en 0.015 mg/l aproximadamente hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.050 mg/l.
	<u>Río Muco</u> : En la estación río Muco en Puente Muco se observa en una serie de tiempo de seis años, un comportamiento que tiende a aumentar hasta 1998 y luego presenta un comportamiento disímil hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central creciente en un valor de 0.027 mg/l.
	<u>Río Quillén</u> : En la estación río Quillén en Volcahue se observa un comportamiento que tiende a disminuir desde 1998 en adelante en una serie de tiempo de cuatro años, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.06 mg/l.
	<u>Río Quepe</u> : En la estación río Quepe en Vilcún en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento que tiende a aumentar hasta 1998 y luego a disminuir hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.025 mg/l. En la estación Quepe en Quepe se observa un comportamiento que aumenta a lo largo de la serie de tiempo de seis años con una tendencia central creciente en un valor de 0.025 mg/l
	<u>Río Quino</u> : En la estación río Quino en Longitudinal el comportamiento es a aumentar en aproximadamente en 0.01 mg/l a lo largo de la serie de tiempo de seis años con una tendencia central creciente en un valor de 0.02 mg/l.
	<u>Río Traiguén</u> : En la estación río Traiguén en Traiguén el comportamiento es a aumentar hasta 1998 y luego a disminuir en aproximadamente en 0.01 mg/l a lo largo de la serie de tiempo de 4 años con una tendencia central decreciente en un valor de 0.05 mg/l.
	Aluminio:
	<u>Río Imperial</u> : En la estación Imperial en Almagro en una serie de tiempo restringida a tres años se observa un comportamiento constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 0.5 mg/l. En la estación Carahue se observa al comienzo de la serie de tiempo de cuatro años un comportamiento que va en aumento hasta 1999, en adelante hasta el termino de la serie de tiempo, se mantiene constante en un mismo valor con una tendencia central plana en un valor de 0.5 mg/l.
	<u>Río Cautín</u> : En la estación Rari Ruca se observa en una serie de tiempo de cuatro años un comportamiento constante hasta el año 2000, luego disminuye hasta el termino de la serie del tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.45 mg/l. En la estación bajo Temuco se observa, en una serie de tiempo de ocho años, un comportamiento que va disminuyendo hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.55 mg/l. En la estación Almagro se observa, en una serie de tiempo restringida a dos años un comportamiento que va en aumento con una tendencia central creciente en un valor de 0.28 mg/l.

Tabla 4.18 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RIO IMPERIAL
<p><u>Río Chol Chol</u>: En la estación río Chol Chol en Chol Chol en una serie de tiempo de cuatro años se observa un comportamiento constante hasta el año 2000 y luego disminuye hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.4 mg/l.</p>
<p><u>Río Lumaco</u>: En la estación Lumaco en Lumaco se observa en una serie de tiempo de cuatro años, un comportamiento disímil con una tendencia central en un valor de 0.7 mg/l.</p>
<p><u>Río Muco</u>: En la estación río Muco en Puente Muco se observa en una serie de tiempo de cuatro años, un comportamiento que tiende a disminuir hasta 1999 y luego presenta un aumento hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0.25 mg/l.</p>
<p><u>Río Quillén</u> : En la estación río Quillén en Volcahue se observa un comportamiento que tiende a disminuir en una serie de tiempo de cuatro años, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.4 mg/l.</p>
<p><u>Río Quepe</u>: En la estación río Quepe en Vilcún el comportamiento es constante en un mismo valor a lo largo de la serie de tiempo de cuatro años con una tendencia central plana en un valor de 0.5 mg/l. En la estación Quepe en Quepe se observa un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de la serie de tiempo con una tendencia central decreciente en un valor de 0.5 mg/l.</p>
<p><u>Río Quino</u>: En la estación río Quino en Longitudinal el comportamiento es constante en un mismo valor a lo largo de la serie de tiempo de cuatro años con una tendencia central plana en un valor de 0.5 mg/l</p>
<p><u>Río Traiguén</u>: En la estación río Traiguén en Traiguén el comportamiento es a constante a lo largo de la serie de tiempo restringida a tres años con una tendencia central plana en un valor de 0.5 mg/l.</p>

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: Cautín en Rariruca, Imperial en Almagro, río Chol Chol en Chol Chol Imperial en Carahue y río Quepe en la Ruta 5. Adicionalmente a lo anterior se tomó una muestra puntual aguas abajo de Temuco en la Población Amanecer para disponer información de contaminantes de tipo antropogénico que son descargados por la ciudad de Temuco.

Imperial

74.

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 4.19: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
0912CA20	Río Cautín en Rari Ruca	Estación Vigente	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
0912CA40	Río Cautín bajo Temuco	Estación por definir	
0911IM10	Río Imperial en Almagro	Estación Vigente	
0911CH10	Río Chol Chol en Chol Chol	Estación Vigente	
0915IM10	Río Imperial en Carahue	Estación Vigente	
0913QE30	Río Quepe en Panamericana	Estación Vigente	

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 Imperial 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
- Información de Otras Fuentes:
 - Caracterizaciones de las Descargas y del Curso Receptor para el Tratamiento de las Aguas Servidas de la ciudad de Temuco (1997). Información nivel 3.

Para la cuenca del río Imperial, 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 4.20 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 4.20: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Imperial. Información DGA

ESTACIÓN DE MONITOREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	131,5	0	140,0	0	110,0	0	130,3	0
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	139,0	0	120,0	0	95,7	0	122,1	0
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	150,0	0	94,0	0	82,8	0	76,5	0
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	(68,2)	0	(84,7)	0	(68,8)	0	(87,7)	0
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	119,4	0	180,0	0	81,0	0	101,0	0
RIO LUMACO EN LUMACO	91,1	0	70,0	0	75,7	0	70,1	0
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	73,3	0	66,1	0	93,0	0	115,0	0
RIO QUEPE EN VILCUN	89,2	0	182,5	0	97,0	0	83,7	0
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	78,4	0	95,4	0	85,8	0	85,2	0
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	104,3	0	93,0	0	88,9	0	128,0	0
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	72,4	0	57,0	0	55,6	0	89,0	0
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	87,6	0	106,0	0	67,5	0	97,1	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	15,2	0	13,2	0	14,5	0	10,8	0
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	13,7	0	13,1	0	14,3	0	12,9	0
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	13,4	0	11,6	0	13,1	0	12,3	0
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	((11,7))	0	(9,9)	0	(10,7)	0	(11,4)	0
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	14,1	0	10,5	0	12,4	0	9,9	0
RIO LUMACO EN LUMACO	12,7	0	11,7	0	12,3	0	9,6	0
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	14,3	0	12,0	0	14,8	0	10,8	0
RIO QUEPE EN VILCUN	14,9	0	12,6	0	15,1	0	13,4	0
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	13,6	0	12,6	0	14,2	0	12,8	0
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	14,7	0	12,0	0	14,3	0	10,6	0
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	15,6	0	11,5	0	13,9	0	10,5	0
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	12,6	0	(11,2)	0	11,8	0	10,2	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	pH							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	8,6	4	7,8	0	8,4	0	8,8	4
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	8,6	4	8,6	4	8,3	0	8,8	4
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	8,1	0	7,4	0	7,2	0	8,7	4
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	(7,2)	0	(7,1)	0	(7,6)	0	(7,2)	0
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	8,2	0	8,1	0	8,4	0	9,4	4
RIO LUMACO EN LUMACO	8,5	0	7,6	0	7,3	0	8,1	0
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	7,7	0	8,0	0	8,5	0	9,7	4
RIO QUEPE EN VILCUN	8,1	0	7,8	0	8,1	0	8,5	0
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	7,7	0	8,4	0	7,8	0	9,6	4
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	8,0	0	7,9	0	7,9	0	8,7	4
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	8,3	0	7,5	0	7,8	0	8,6	4
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	7,9	0	7,2	0	7,1	0	9,5	4

ESTACIÓN DE MONITOREO	Cobre (µg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	30	2	20	2	30	2	30	2
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	40	2	20	2	100	2	30	2
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	40	2	70	2	50	2	30	2
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	(14)	2	(<10)	<2	(12)	2	(<10)	<2
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	40	2	20	2	50	2	30	2
RIO LUMACO EN LUMACO	40	2	20	2	90	2	70	2
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	30	2	<10	<2	30	2	30	2
RIO QUEPE EN VILCUN	30	2	180	2	50	2	30	2
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	<10	<2	30	2	40	2	20	2
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	60	2	40	2	90	2	30	2
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	40	2	40	2	70	2	20	2
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	40	2	40	2	40	2	30	2

Tabla 4.20 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Imperial. Información DGA

ESTACIÓN DE MONITOREO	Cromo (µg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	((40))	2	(12)	2	(17)	2	(19)	2
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	((45))	2	(<10)	<1	(33)	2	(16)	2
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	((40))	2	(<10)	<1	(28)	2	(13)	2
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	((70))	2	((13))	2	((28))	2	((<10))	<1
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	((<10))	<1	(<10)	<1	(20)	2	(21)	2
RIO LUMACO EN LUMACO	((15))	2	(<10)	<1	(22)	2	(17)	2
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	((15))	2	(<10)	<1	(15)	2	(13)	2
RIO QUEPE EN VILCUN	((<10))	<1	(12)	2	(12)	2	(21)	2
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	((20))	2	(14)	2	(22)	2	(17)	2
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	((20))	2	((13))	2	(12)	2	(19)	2
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	((<10))	<1	(<10)	<1	(25)	2	(16)	2
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	((<10))	<1	((<10))	<1	(26)	2	(34)	2

ESTACIÓN DE MONITOREO	Hierro (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	1,49	2	0,73	0	1,55	2	3,04	2
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	1,29	2	1,01	2	2,80	2	0,54	0
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	1,75	2	1,22	2	1,32	2	0,72	0
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	(0,48)	0	(0,37)	0	(0,30)	0	(0,22)	0
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	2,34	2	1,16	2	0,99	1	1,74	2
RIO LUMACO EN LUMACO	5,74	4	1,26	2	2,86	2	3,30	2
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	1,22	2	1,03	2	2,10	2	1,01	2
RIO QUEPE EN VILCUN	5,44	4	1,47	2	1,88	2	0,93	1
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	1,91	2	0,90	1	3,68	2	0,55	0
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	1,35	2	1,12	2	1,14	2	1,79	2
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	0,59	0	1,21	2	1,50	2	0,26	0
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	1,70	2	0,83	1	4,80	2	0,94	1

ESTACIÓN DE MONITOREO	Manganeso (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	(0,04)	1	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	((0,03))	0	(0,03)	0	(0,02)	0	(0,02)	0
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	(0,05)	1	(0,03)	0	(0,03)	0	(0,03)	0
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	((0,03))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0	((0,02))	0
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	((0,05))	1	(0,04)	1	(0,02)	0	(0,03)	0
RIO LUMACO EN LUMACO	(0,07)	2	(0,04)	1	(0,04)	1	(0,05)	1
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	(0,04)	1	(0,03)	0	(0,02)	0	(0,02)	0
RIO QUEPE EN VILCUN	(0,03)	0	(0,02)	0	(<0,01)	0	(0,03)	0
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	(0,05)	1	(0,02)	0	(0,02)	0	(0,02)	0
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	(0,06)	2	(0,08)	2	(0,05)	1	(0,07)	2
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)	0	(0,02)	0
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	((0,08))	2	((0,05))	1	(0,04)	1	(0,04)	1

ESTACIÓN DE MONITOREO	Aluminio (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO CAUTIN EN RARI-RUCA	((0,45))	2	((0,41))	2	((0,45))	2	(0,42)	2
RIO CAUTIN BAJO TEMUCO (EN PANAMERICANA)	((0,67))	2	((0,45))	2	((0,68))	2	(0,45)	2
RIO CHOL-CHOL EN CHOL-CHOL	((0,40))	2	((0,43))	2	((0,45))	2	(0,37)	2
RIO IMPERIAL EN ALMAGRO	((0,50))	2	((0,50))	2	((0,50))	2	((0,50))	2
RIO IMPERIAL EN CARAHUE	((0,53))	2	((0,47))	2	((0,50))	2	(0,48)	2
RIO LUMACO EN LUMACO	((0,47))	2	((0,58))	2	((1,17))	3	(0,62)	2
RIO MUCO EN PUENTE MUCO	((0,58))	2	((0,06))	0	((0,38))	2	(0,16)	2
RIO QUEPE EN VILCUN	((0,50))	2	((0,42))	2	((0,47))	2	(0,60)	2
RIO QUEPE EN QUEPE (EN PANAMERICANA)	((0,60))	2	((0,44))	2	((0,88))	2	(0,37)	2
RIO QUILLEN EN VOCALHUE (BOTROLHUE)	((0,30))	2	((0,41))	2	((0,55))	2	(0,37)	2
RIO QUINO EN LONGITUDINAL	((0,60))	2	((0,54))	2	((0,53))	2	(0,37)	2
RIO TRAIGUEN EN TRAIGUEN	((0,50))	2	((0,50))	2	((0,50))	2	(0,50)	2

Del estudio “Caracterizaciones de las Descargas y del Curso Receptor para el Tratamiento de las Aguas Servidas de la Ciudad de Temuco”, se tiene la siguiente información:

**Tabla 4.21: Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial
Información ESSAR verano 1997**

Punto de Muestreo	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((93))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((92))	0

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((1.2))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((1.2))	0

Punto de Muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((8.8))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((9.0))	0

Punto de Muestreo	pH	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((7.4))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((7.4))	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((39))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((67))	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((14.2))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((14.2))	0

**Tabla 4.21 (continuación): Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial
Información ESSAR verano 1997**

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((0.10))	0
Río Cautín en Puente Viejo	((0.07))	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((0.3))	4
Río Cautín en Puente Viejo	((0.2))	4

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((525))	1
Río Cautín en Puente Viejo	((120))	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Cajón	((3975))	2
Río Cautín en Puente Viejo	((814))	1

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 Imperial.

Los valores que se presentan a continuación en la tabla 4.22, corresponden al resultado del análisis químico solicitado. Todos aquellos valores que se indican como mayor corresponden al límite de detección de la prueba analítica.

**Tabla 4.22: Calidad de Agua Cuenca del Río Imperial
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	1.1	0
Río Cautín bajo Temuco	2.5	1
Río Imperial en Almagro	1.4	0
Río Chol Chol en Chol Chol	1.5	0
Río Imperial en Carahue	1.8	0
Río Quepe en Panamericana	2.8	1

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	10	0
Río Cautín bajo Temuco	15	0
Río Imperial en Almagro	10	0
Río Chol Chol en Chol Chol	20	1
Río Imperial en Carahue	10	0
Río Quepe en Panamericana	10	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	38	0
Río Cautín bajo Temuco	51	0
Río Imperial en Almagro	45	0
Río Chol Chol en Chol Chol	33	0
Río Imperial en Carahue	36	0
Río Quepe en Panamericana	34	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<10	0
Río Cautín bajo Temuco	<10	0
Río Imperial en Almagro	<10	0
Río Chol Chol en Chol Chol	<10	0
Río Imperial en Carahue	<10	0
Río Quepe en Panamericana	<10	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<0.05	0
Río Cautín bajo Temuco	0.24	0
Río Imperial en Almagro	<0.05	0
Río Chol Chol en Chol Chol	<0.05	0
Río Imperial en Carahue	<0.05	0
Río Quepe en Panamericana	0.062	0

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Imperial
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Cianuro ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<50	<3
Río Cautín bajo Temuco	<50	<3
Río Imperial en Almagro	<50	<3
Río Chol Chol en Chol Chol	<50	<3
Río Imperial en Carahue	<50	<3
Río Quepe en Panamericana	<50	<3

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<0.1	0
Río Cautín bajo Temuco	<0.1	0
Río Imperial en Almagro	<0.1	0
Río Chol Chol en Chol Chol	<0.1	0
Río Imperial en Carahue	<0.1	0
Río Quepe en Panamericana	<0.1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<0.05	0
Río Cautín bajo Temuco	<0.05	0
Río Imperial en Almagro	<0.05	0
Río Chol Chol en Chol Chol	<0.05	0
Río Imperial en Carahue	<0.05	0
Río Quepe en Panamericana	<0.05	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<0.5	-
Río Cautín bajo Temuco	<0.5	-
Río Imperial en Almagro	<0.5	-
Río Chol Chol en Chol Chol	<0.5	-
Río Imperial en Carahue	<0.5	-
Río Quepe en Panamericana	<0.5	-

Punto de Muestreo	Estaño ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	<10	<2
Río Cautín bajo Temuco	<10	<2
Río Imperial en Almagro	<10	<2
Río Chol Chol en Chol Chol	<10	<2
Río Imperial en Carahue	<10	<2
Río Quepe en Panamericana	<10	<2

**Tabla 4.22 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Imperial
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	500	1
Río Cautín bajo Temuco	>1.6e4	4
Río Imperial en Almagro	800	1
Río Chol Chol en Chol Chol	70	1
Río Imperial en Carahue	110	1
Río Quepe en Panamericana	5e3	3

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Cautín en Rariruca	1500	1
Río Cautín bajo Temuco	>1.6e4	4
Río Imperial en Almagro	1500	1
Río Chol Chol en Chol Chol	150	0
Río Imperial en Carahue	9e3	3
Río Quepe en Panamericana	3e4	4

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 4.23 explica los factores incidentes en la cuenca del río Imperial.

Tabla 4.23: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Cautín en Rari-Ruca 0912CA20	<p>Surgencia de aguas termales</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de rocas de origen volcánico</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de suelos</p> <p>Desagüe de lagunas precordilleranas</p>	<p>Contaminación difusa por centros poblados</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p> <p>Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes</p>	<p>pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al</p> <p>Posiblemente DBO₅, CF, CT, SS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones rocosas de origen volcánico del período terciario cuaternario formada por coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos • Clima: Clasificado según el IGM como de Cordillera Andina, con temperaturas medias de 7,9° C (Lonquimay) y precipitaciones de 1.774 mm/año (Curacautín) • Geomorfología: Precordillera Andina constituida por cajones precordilleranos de origen glacial • Edafología: Suelos de “trumao”, de características ácidas (pH≈ 6,2) • Centros Poblados: Ciudad de Curacautín (sin Pta. de Tratamiento) • Conservación de recursos naturales: Reserva nacional Las Nalcas, Reserva Nacional Malalcahuello, Parque Nacional Conguillio • Descargas: Descarga de ESSAR • Hidrogeología: Termas de Tolhuaca, Manzanar y Río Blanco • Volcanismo: Volcanes Tolhuaca, Lonquimay/ Navidad, Sierra Nevada y Llaima • Hidrología: Lagunas de Conguillío y Blanca • Ganadería: Bovina y ovina • Agricultura: Cultivos de secano de forrajeras • Cobertura vegetal: praderas y bosques nativos

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Cautín bajo Temuco (Panamericana) 0912CA40	<p>Lixiviación tanto superficial y subterránea de suelos</p> <p>Recarga de cursos de agua superficial por acuíferos, especialmente el verano.</p> <p>Incorporación de río Muco</p>	<p>Contaminación difusa por centros poblados</p> <p>Descarga de RILES</p> <p>Incorporación de sedimentos por plantas de extracciones de áridos</p> <p>Extracción de agua para riego</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p>	<p>pH, Cu, Cr, Fe, Al</p> <p>Posiblemente DBO₅, CF, CT, SS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas constituidas por depósitos no consolidados • Clima: De Llano central. Temperatura media: 12,1°C y precipitaciones de 1.166 mm/año promedio (Temuco) • Geomorfología: Llano central constituido por un plano inclinado en dirección este a oeste • Centros Poblados: Ciudad de Temuco (sin Pta de tratamiento), Ciudad de Lautaro (sin Pta de Tratamiento), poblados de Pillanlelbún y Perquenco • Uso del agua: Piscicultura de Lautaro • Riego: Canales Chufquén y Pillanlelbún • Descargas: Descarga de ESSAR (4 emisarios) • Hidrogeología: Aguas subterráneas a 7m de profundidad • Hidrología: Incorporación de río Muco de origen precordillerano y pluvial • Agricultura: Cultivos de gramíneas (trigo, lupino, cebada, etc.) • Ganadería: Principalmente bovina • Industrias: Industrias de la ciudad de Temuco, extracciones de áridos

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Chol-Chol en Chol-Chol 0911CH10	Lixiviación superficial y subterránea de rocas de origen volcánico en las cuencas de los ríos Traiguén, Quino y Quillén. Lixiviación superficial como subterránea de suelos	Contaminación difusa por centros poblados. Extracciones de agua para riego Contaminación difusa por ganadería Actividad minera	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, SS	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas constituidas por rocas metamórficas y sedimentarias muy antiguas de nula permeabilidad (gneisses, pizarras, metareniscas) y depósitos no consolidados de alta permeabilidad • Centros Poblados: Ciudad de Chol-Chol (sin Pta de tratamiento), Ciudad de Victoria (con 97% de cobertura), Ciudad de Traiguén (con 93 % de cobertura de aguas servidas), Poblado de Galvarino (con 97% de tratamiento de aguas servidas) • Hidrología: Incorporación de ríos de origen pluvial - precordillerano: Quino, Traiguén y Quillén. Incorporación de río Lumaco proveniente de cordillera de Nahuelbuta • Riego: Extracción de agua para regadío • Silvicultura: Plantaciones forestales de Pinus Radiata • Ganadería: Bovina • Minería: C.M. Casablanca Ltda. Mina Lautaro (arcilla), Minera Sta. Celia Mina de oro, Min Centinela (talco) • Cubierta vegetacional: Praderas para ganadería y cultivos agrícolas Cubierta vegetal constituida por bosquetes y bosques de la cordillera de Nahuelbuta
Río Imperial en Almagro 0911IM10	Recarga desde aguas subterráneas	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por ganadería	Cu, Cr, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, SS	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología: Incorporación del río Quepe de origen precordillerano y pluvial • Ganadería: Principalmente Bovina • Agricultura: Cultivo de forrajeras y cereales • Silvicultura: Plantaciones de Pinus radiata y Eucaliptus globulus • Cubierta vegetal: praderas con pequeños bosquetes de árbol nativo

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Imperial en Carahue 0915IM10	Recarga desde aguas subterráneas	Contaminación difusa por aguas servidas Plantaciones forestales Existencia de praderas Silvicultura Contaminación difusa por ganadería	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, SS	<ul style="list-style-type: none"> Centros poblados: Ciudad de Nueva Imperial (sin Pta de tratamiento), Ciudad de Carahue (sin Pta de tratamiento) Descargas: Descarga de ESSAR Hidrología: Incorporación de río Chol Chol Hidrogeología: Aguas subterráneas a poca profundidad Cubierta vegetacional: praderas con pequeños bosquetes de árbol nativo Agricultura: Cultivo de forrajes y cereales Ganadería: Principalmente Bovina
Río Lumaco en Lumaco 0910LU10	Recarga desde aguas subterráneas provenientes de la Cordillera de Nahuelbuta	Contaminación difusa por aguas servidas Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Actividad minera	Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente, DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Formaciones rocosas constituidas por rocas metamórficas y sedimentarias muy antiguas de nula permeabilidad (gnesis, pizarras, metareniscas) y depósitos no consolidados de alta permeabilidad Geomorfología: De Cordillera de la Costa con Llano Central. Centros poblados: Poblado Capitán Pastene (2.940 hbtes -con pta de tratamiento para un 74% de cobertura), Ciudad de Lumaco (con Pta de tratamiento para el 84% de las aguas) Conservación de recursos naturales: Monumento Natural Contulmo Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras Minería: Mina Los Sauces de cuarzo aluvial de la C.M. Soledad Cobertura vegetal: Praderas y bosques de arboles nativos

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Muco en puente Muco 0912MU20	Recarga desde aguas subterráneas Lixiviación tanto superficial como volumétrica de suelos Lixiviación tanto superficial como volumétrica de suelos	Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego Contaminación difusas por plaguicidas y fertilizantes	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas volcánicas provenientes del volcán Llaima, constituidas por coladas, brechas y tobas con formaciones de andesitas, dacitas y basaltos. • Edafología: Suelos de “trumao” de características ácidas (pH≈ 6,2) • Geomorfología: Cordillera de Los Truenos • Riego : Canales de regadío • Silvicultura: Plantaciones forestales de pinus radiata y eucaliptus globulus • Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras
Río Quepe en Vilcún 0913QE10	Desagüe de la Laguna Quepe Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Lixiviación superficial y subterránea de suelos	Contaminación difusas por plaguicidas y fertilizantes Praderas para desarrollo de ganadería Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego	Cu, Cr, Fe, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones rocosas volcánicas provenientes del volcán Llaima, constituidas por coladas, brechas y tobas con formaciones de andesitas, dacitas y basaltos • Clima: De precordillera andina. Precipitación media anual de 1.878 mm/año • Edafología: Suelos de “trumao” de características ácidas (pH≈ 6,2) • Geomorfología: Llano central en plano inclinado de orientación este a oeste • Centros Poblados: Cherquenco (36 % cobertura de A.S.), San Patricio y Vilcún (80% cobertura de A.S.) • Hidrología: Laguna Quepe • Riego : Canales de regadío • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus • Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras • Cubierta vegetal: Praderas con bosquetes de árboles nativos

Imperial

90.

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Quepe en Quepe (Panamericana) 0913QE30	Recarga del río desde aguas subterráneas	Contaminación difusa por aguas servidas Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> Geomorfología: De llano central con planicie inclinada en orientación este-oeste. Hidrogeología: Pozo de la DGA con nivel freático de 0,7 m de elevada productividad: 4-10 m³/h/m Volcanismo: Volcán Llaima Centros poblados: Poblado de Quepe Riego : Canales de regadío Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras Minería: Explotación de roca granítica en la Cantera Metrenco de Gender Ltda. Cubierta vegetacional: Praderas con bosquetes de árboles nativos
Río Quillén en Bocalhue (Botrolhue) 0911QI20	Recarga desde aguas subterráneas Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Lixiviación superficial y subterránea de suelos	Contaminación difusa por aguas servidas Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego Contaminación difusas por plaguicidas y fertilizantes	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> Geología: Formaciones geológicas constituidas por rocas de origen volcánicas formadas por coladas, brechas y tobas y depósitos de origen piroclásticos. En la sección baja destacan depósitos no consolidados y rellenos de origen aluvial Volcanismo: Volcán Tolhuaca Hidrología: Río de origen precordillerano de régimen pluvial Edafología: Suelos de “trumaó” de características ácidas (pH≈ 6,2) Centros poblados: Ciudad de Galvarino (con 97% de cobertura de aguas servidas), Selva Oscura (con pta. de tratamiento) Riego : Canales de regadío Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras Cubierta vegetacional: Praderas con bosquetes de árboles nativos

Tabla 4.23 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Imperial

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTRÓPICOS		
Río Quino en longitudinal 0910QU10	Lixiviación tanto superficial como volumétrica de rocas de origen volcánico Lixiviación tanto superficial como volumétrica de suelos.	Contaminación difusa por aguas servidas Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	pH, Cu, Cr, Fe, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones rocosas volcánicas provenientes del volcán Tolhuaca, constituidas por coladas, brechas y tobas con formaciones de andesitas, dacitas y basaltos. • Edafología: Suelos de “trumao” de características ácidas (pH≈ 6,2) • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Tolhuaca • Riego: Canales de regadío • Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus
Río Traiguén en Traiguén 0910TR20	Recarga del río por napas subterráneas Lixiviación tanto superficial como volumétrica de suelos Rocas volcánicas basálticas ricas en sales y metales	Descarga de RILES Descarga de centros poblados Concentración de parámetros de calidad debido a extracciones para riego Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Plantaciones forestales	pH, Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas constituidas por materiales no consolidados o de relleno. • Hidrología: Río naciente de afloramiento de aguas subterráneas en el llano central • Edafología: Suelos de “trumao” de características ácidas (pH≈ 6,2) • Riego : Canales de regadío • Centros poblados: Ciudad de Victoria (con Pta de tratamiento para el 97% de las aguas), Traiguén (con Pta de tratamiento para el 93% de sus aguas servidas) • Agricultura: Cultivos de cereales y forrajeras • Industrias: Industria SOPROCAR • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus

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 Imperial, se cuenta con 2 estaciones de monitoreo a lo largo del río, que son:

- Río Imperial en Almagro
- Río Imperial en Carahue

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: pH, cobre, cromo, hierro, manganeso y aluminio. 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.

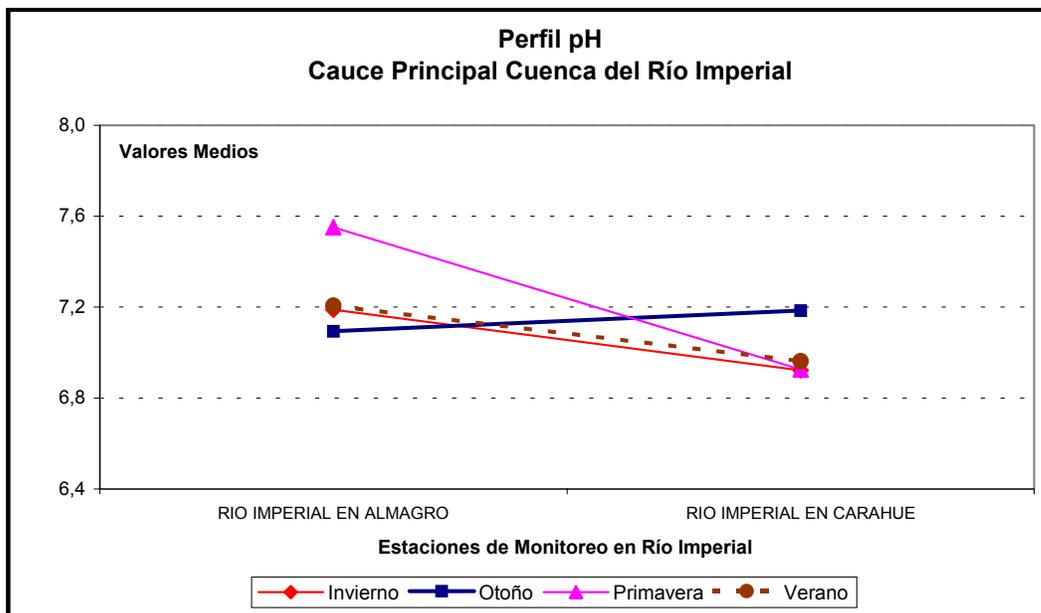


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial

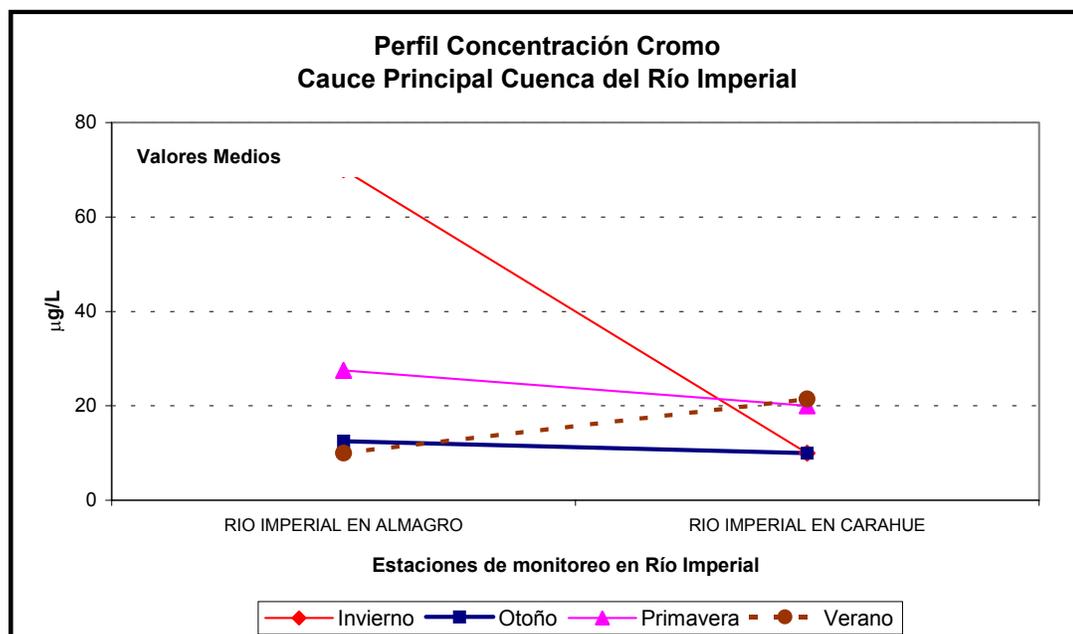
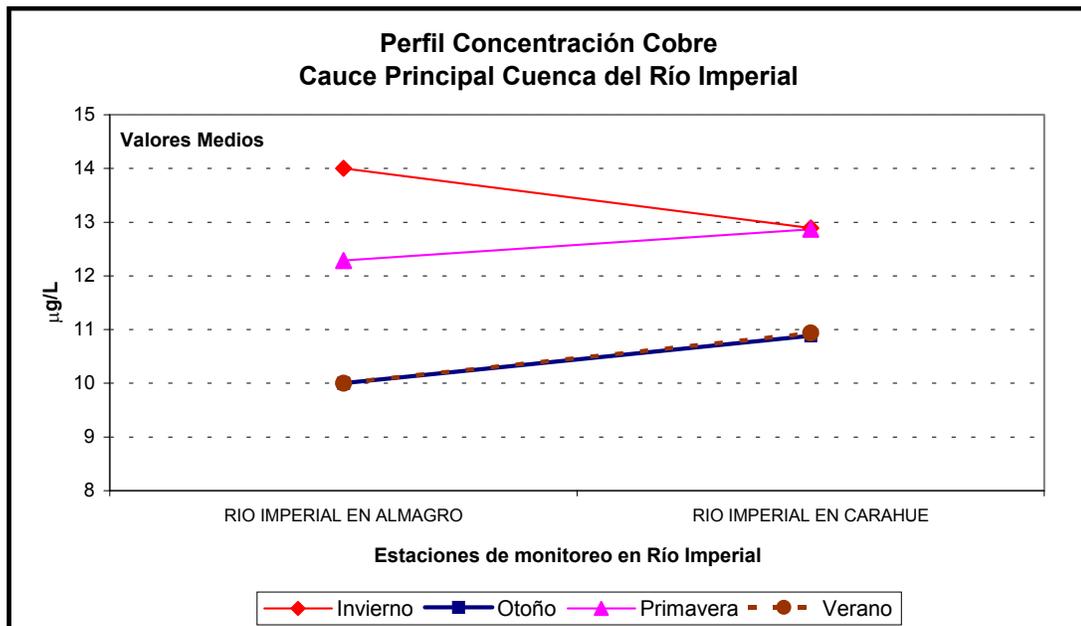


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial

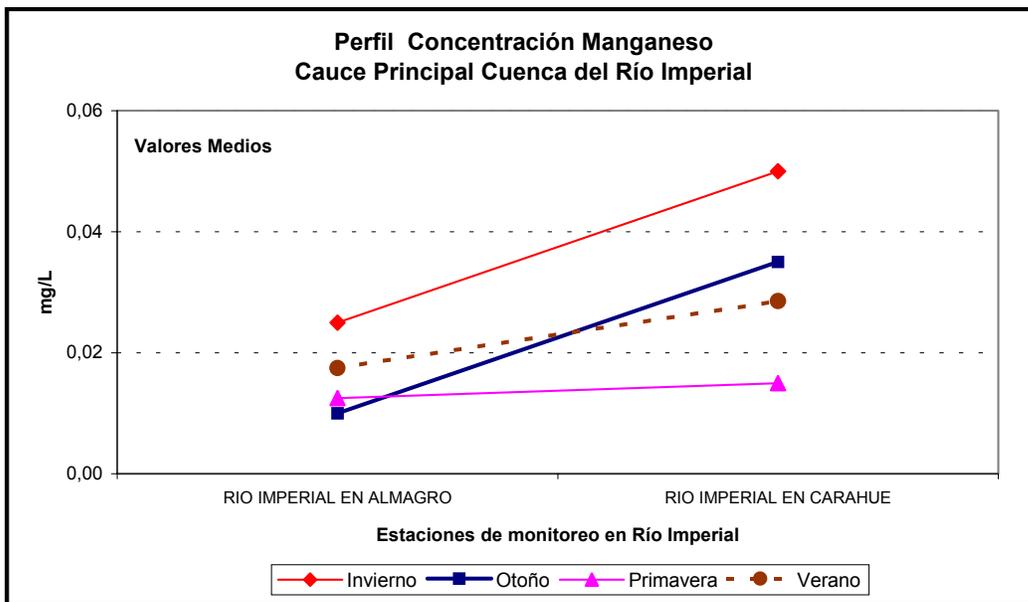
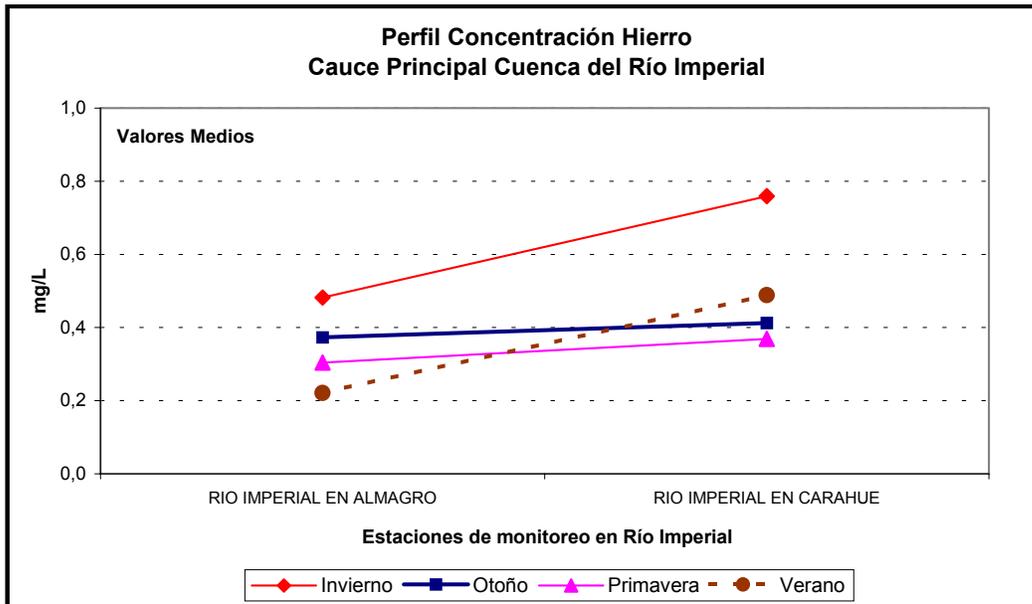


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial

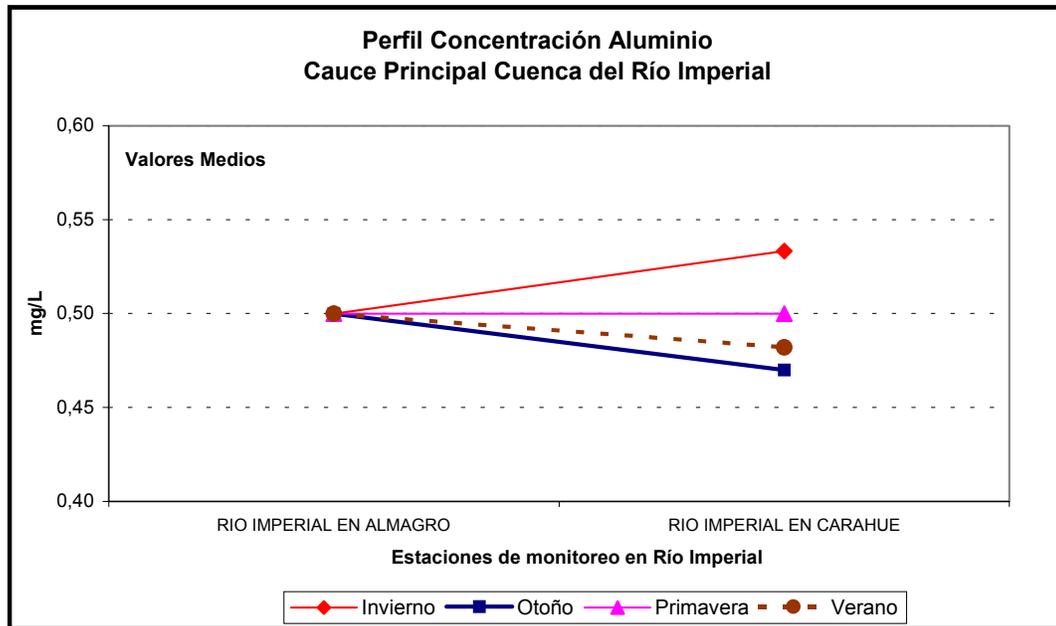


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Imperial

De las figuras 5.1 se pueden extraer lo siguiente:

- pH: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del pH se observan en primavera y otoño con todos los valores en clase 0. El comportamiento disminuye desde la parte alta, donde se alcanza un valor de 7.6. La envolvente inferior se comporta de manera similar, aunque con una pendiente menor. Ésta se observa en otoño y primavera con los valores en clase 0.
- Cobre: Los perfiles longitudinales de la concentración de cobre muestran un comportamiento de la envolvente superior que va en disminución desde la estación en Almagro. Se presenta en invierno con todos los valores en clase 2. La envolvente inferior se observa en verano y otoño con todos los valores en clase 2. El comportamiento se presenta en aumento desde la parte alta del río.

- Cromo total: Los perfiles longitudinales de la concentración del cromo total, señalan una disminución de la envolvente superior desde la parte alta del río, donde se observa un valor de 70 $\mu\text{g/L}$, hasta la estación en Carahue. Estos valores superiores se observan en invierno, en clase 2. La envolvente inferior se presenta en verano, invierno y otoño con valores que corresponden al límite de detección.
- Hierro: La envolvente superior se observa en invierno con un perfil que aumenta desde la parte más alta con todos los valores en clase 0. La envolvente inferior presenta un perfil de concentración con un comportamiento muy similar y se observa en verano y primavera.
- Manganeso: Los perfiles longitudinales del manganeso permiten observar que la envolvente superior se observa en invierno con un comportamiento que va en aumento desde la estación en Almagro. El valor más alto es de 0.05 mg/L aproximadamente, aunque todos están en clase 0. La envolvente inferior presenta un comportamiento más plano y se observa en otoño y primavera.
- Aluminio: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos del aluminio en el río Imperial (envolvente superior) se presentan en invierno con todos los valores en clase 2. La concentración aumenta desde la estación en Almagro observándose un valor de 0.52 mg/L en la estación en Carahue. La envolvente inferior se presenta en otoño con un perfil que disminuye desde la estación en Almagro.

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 está basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

CUENCA RÍO IMPERIAL
Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica , DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SDT, SST.
<p><u>CE</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional. El estudio de ESSAR corrobora valores en clase 0 en el río Cautín.</p> <p><u>DBO₅</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín en Rariruca, Imperial y Chol Chol, y clase 1 en los ríos Quepe y Cautín en bajo Temuco. El estudio ESSAR muestra valores en clase 0 en el río Cautín en Cajón y en Puente Viejo.</p> <p><u>Color Aparente</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín, Imperial y Quepe, y en clase 1 en el río Chol Chol.</p> <p><u>OD</u>: Todos los ríos presentan valores en clase 0. El estudio de ESSAR corrobora valores en clase 0 e el río Cautín.</p> <p><u>pH</u>: Los ríos Imperial en Almagro, Lumaco y Quepe en Vilcún presentan todos los valores en clase 0 sin variación estacional. Los ríos Chol Chol, Imperial en Carahue, Muco, Quepe en Quepe, Quillén, Quino y Traiguén presentan valores en clase 4 en verano. El río Cautín presenta valores en clase 0 en primavera y en los periodos de invierno, verano, otoño clase 0 y 4, la variación estacional se observa en Rariruca entre los periodos de verano-invierno en clase 4 y otoño-primavera en clase 0, en Panamericana entre invierno-otoño-verano en clase 4 y primavera en clase 0 y en Almagro entre primavera-verano-invierno en clase 4 y otoño en clase 0.</p> <p><u>RAS</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p> <p><u>SD</u>: El dato del muestreo puntual 2003 en primavera está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín, Imperial, Chol Chol y Quepe. El estudio de ESSAR corrobora valores en clase 0 e el río Cautín.</p> <p><u>SST</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín, Imperial, Chol Chol y Quepe. El estudio de ESSAR corrobora valores en clase 0 e el río Cautín.</p>
Inorgánicos (IN) : NH₄⁺, CN⁻, Cl⁻, F⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, S²⁻
<p><u>Cl⁻, SO₄²⁻</u>: Con todos los valores asignados a la clase 0.</p> <p><u>NH₄⁺</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín, Imperial, Chol Chol y Quepe. El estudio de ESSAR corrobora valores en clase 0 e el río Cautín.</p> <p><u>CN⁻</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al valor del límite de detección analítico superior al de la clase 0, lo que no permite clasificarlo</p> <p><u>F⁻, NO₂⁻</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Cautín, Imperial, Chol Chol y Quepe.</p> <p><u>S²⁻</u>: Los datos de estudio de ESSAR están asignado a la clase 4 en el río Cautín.</p>

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

CUENCA RÍO IMPERIAL
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, demeton, DDT, diclofop-metil, dieldrin, 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
<p><u>B</u>: No es posible clasificarlo, por corresponder el dato al valor del límite de detección analítico superior a la clase 0.</p> <p><u>Cu</u>: En los ríos Cautín, Chol Chol, Imperial Lumaco, Muco, Quepe, Quillén, Quino y Traiguén. Todos los valores asignados a clase 2.</p> <p><u>Cr_{total}</u>: En primavera y verano todos los valores están en asignados a la clase 2, con la excepción del río Imperial en Almagro en verano en límite de detección. El resto del año se observan muchos valores en límite de detección, aunque también es posible observar algunos en clase 2.</p> <p><u>Fe</u>: El río Cautín no presenta variación estacional entre invierno-primavera-verano en Rari-ruca y entre invierno-otoño-primavera en Bajo Temuco con valores en clase 2. El resto del año los valores están en clase 0, al igual que Almagro donde los niveles de concentración son similares durante todos el año. En el río Chol-chol los valores están en clase 2 durante todo el año, excepto en verano en clase 0. El río Imperial en Almagro no presenta variación durante el año con valores en clase 0. Éstos tienden a aumentar hacia Carahue donde se observan valores en clase 2, a excepción de la primavera en clase 1. En el río Lumaco los niveles se mantienen similares entre otoño, primavera y verano en clase 2. El máximo se observa en invierno en clase 4. Los ríos Muco y Quillén mantienen valores en clase 2 durante el año. El río Quepe presenta valores que tienden a disminuir desde la parte alta del río con el máximo en clase 4 en invierno en la estación en Vilcún y en clase 2 en invierno y primavera en Quepe. Los ríos Quino y Traiguén presentan los máximos valores en clase 2 en otoño y primavera en el primero y en invierno y primavera en el segundo.</p> <p><u>Mn</u>: Los ríos Cautín, Chol-chol, Muco, Quepe y Quino presentan prácticamente todos los valores en clase 0. Las variaciones se observan en invierno en los ríos Cautín en Rari-ruca, Chol-chol, Muco y Quepe en Quepe en clase 1. El río Imperial presenta valores en clase 0 en la estación en Almagro que tienden a aumentar aguas abajo de esta estación pasando a clase 1 en invierno y otoño en Carahue. Los ríos Lumaco y Traiguén no presentan variación durante el año con valores en clase 1, excepto en invierno donde el nivel de concentración se asigna a la clase 2. En el río Quillén no se observa variación estacional entre invierno-otoño-verano con valores en clase 2. En primavera el valor está en clase 1.</p> <p><u>Mo</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><u>Ni, Se, Zn</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p>

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

CUENCA RÍO IMPERIAL
Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb
<p><u>Al</u>: Todos los valores están en clase 2. Las únicas excepciones se observan en el río Lumaco en primavera en clase 3 y en el río Muco en otoño en clase 0.</p> <p><u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.</p> <p><u>Cd, Hg y Pb</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al valor del límite de detección analítico superior a la clase 0.</p> <p><u>Sn</u>: El muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al valor del límite de detección analítico superior al de la clase 0, por lo cual no es posible clasificarlo.</p>
Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT
<p><u>CF</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 1 en los ríos Cautín en Rariruca, Imperial y Chol Chol, en clase 3 en el río Quepe y en clase 4 en el río Cautín en bajo Temuco. El estudio ESSAR está asignado a la clase 1 en el río Cautín en Cajón y en Puente Viejo.</p> <p><u>CT</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Chol Chol, clase 1 en los ríos Cautín en Rariruca e Imperial en Almagro, clase 3 en el río Imperial en Carahue y clase 4 en los ríos Cautín en bajo Temuco y Quepe. El estudio ESSAR está asignado a la clase 1 en el río Cautín en Puente Viejo y clase 2 en el río Cautín en Cajón.</p>

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

El análisis realizado en los acápite anteriores permite elaborar la tabla 5.2, en la cual se clasifican los distintos parámetros 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 Imperial, estos parámetros son: DBO₅, color aparente, SD, SST, NH₄⁺, CN⁻, F⁻, S²⁻, NO₂⁻, Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO₅, 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).

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual
Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Imperial

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 Imperial en Almagro	0911IM10	CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	CF, CT	Cu, Cr _{tot} , Al			B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: SD, NO ₂ ⁻ , F ⁻ , DBO ₅ , SST, NH ₄ ⁺ , color, CF, CT
Río Imperial en Carahue	0915IM10	CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	Mn, CF	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al	CT	pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: SD, NO ₂ ⁻ , F ⁻ , DBO ₅ , SST, color, CF, CT, NH ₄ ⁺

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Imperial: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendedos, Coliformes Fecales, Cobre, Cromo_{total}, Hierro, Manganeseo, Aluminio, Color aparente, Coliformes Totales

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Cautín

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Cautín en Rari-Ruca	0912CA20	DBO ₅ , color, SD, F ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST	CF, CT, Mn	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb, Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: SD, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , corrobora clase para: DBO ₅ , SST, color, CF
Río Cautín Bajo Temuco (en Panamericana)	0912CA40	Color, CE, OD, RAS, SD, SST, F ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Mn, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As	DBO ₅	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al			pH, CT	B, Mo, Cd, Hg, Pb, Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: SD, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , corrobora clase para: DBO ₅ , SST, color, CF
Río Cautín en Cajón	0912CA40	CE, DBO ₅ , OD, pH, SD, SST, NH ₄ ⁺	CF	CT			S ²⁻		Otros parámetros seleccionados	Información ESSAR, nivel 3
Río Cautín en Puente Viejo	0912CA40	CE, DBO ₅ , OD, pH, SD, SST, NH ₄ ⁺	CF, CT				S ²⁻		Otros parámetros seleccionados	Información ESSAR, nivel 3.

Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Chol-Chol

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Chol-Chol en Chol-Chol	0911CH10	DBO ₅ , SD, F ⁻ , SST, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , CT, CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As	Mn, color, CF	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb, Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual primavera 2003: SD, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , corrobora clase para: DBO ₅ , SST, color, CF

Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Lumaco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Lumaco en Lumaco	0910LU10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As,	DBO ₅ , CF, SST	Cu, Mn, Cr _{tot}	Al		Fe	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.

Tabla 5.2e: Cauce Secundario: Río Muco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Muco en Puente Muco	0912MU20	CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST, CF	DBO ₅ , Mn	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.

Tabla 5.2f: Cauce Secundario: Río Quepe

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Quepe en Vilcún	0913QE10	CE, OD, pH, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST	DBO ₅ , CF	Cu, Cr _{tot} , Al			Fe	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.
Río Quepe en Quepe (en Panamericana)	0913QE30	CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, NO ₂ ⁻ , F ⁻ , NH ₄ ⁺ , SST, SD, color	DBO ₅ , Mn	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al	CF		pH, CT	B, Mo, Cd, Hg, Pb, Sn, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4, muestreo puntual primavera 2003: SD, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , corrobora clase para: DBO ₅ , SST, color, CF

Tabla 5.2g: Cauce Secundario: Río Quillén

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Quillén en Volcahue (Botrolhue)	0911QI20	CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST	DBO ₅ , CF	Cu, Cr _{tot} , Fe, Mn, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.

Tabla 5.2h: Cauce Secundario: Río Quino

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Quino en Longitudinal	0910QU10	CE, OD, Mn, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, CF, SST	DBO ₅	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.

Tabla 5.2i: Cauce Secundario: Río Traiguén

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Traiguén en Traiguén	0910TR20	CE, OD, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SST	DBO ₅ , CF	Cu, Cr _{tot} , Fe, Mn, Al			pH	B, Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST y CF.

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

- Río Purén
- Río Dumo
- Río Blanco
- Río Huichahue
- Río Collin

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 Imperial, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.20.

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

Estación	Segmento	pH	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)
Río Cautín en Rari-Ruca	0912CA20	8,8	30	((40))	3,04	(0,04)	((0,45))
Río Cautín bajo Temuco (Panamericana)	0912CA40	8,8	100	((45))	2,80	Clase 0	((0,68))
Río Chol-Chol en Chol-Chol	0911CH10	8,7	70	((40))	1,75	(0,05)	((0,45))
Río Imperial en Almagro	0911IM10	Clase 0	(14)	((70))	Clase 0	Clase 0	((0,5))
Río Imperial en Carahue	0915IM10	9,4	50	(21)	2,34	((0,05))	((0,53))
Río Lumaco en Lumaco	0910LU10	Clase 0	90	(22)	5,74	(0,07)	((1,17))
Río Muco en pte. Muco	0912MU20	9,7	30	(15)	2,10	(0,04)	((0,58))
Río Quepe En Vilcún	0913QE10	Clase 0	180	(21)	5,44	Clase 0	(0,6)
Río Quepe en Quepe (Panam.)	0913QE30	9,6	40	(22)	3,68	(0,05)	((0,88))
Río Quillén en Vocalhue (Botrollhue)	0911QI20	8,7	90	((20))	1,79	(0,08)	((0,55))
Río Quino en Longitudinal	0910QU10	8,6	70	(25)	1.50	Clase 0	((0,6))
Río Traiguén en Traiguén	0910TR20	9,5	40	(34)	4,80	((0,08))	(0,5)

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

Imperial

108.

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

- El cobre, cromo y aluminio están sobre la clase de excepción en toda la cuenca del Imperial
- El hierro se encuentra ampliamente superando la clase de excepción en la cuenca del Imperial
- El comportamiento del pH es normalmente de naturaleza alcalina superando en varias estaciones la clase de excepción.

5.4.1 pH

Los valores de pH procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 8,7 a 9,7 (Est DGA Río Muco en Pte. Muco - verano), que exceden la clase de excepción en aproximadamente 14%.

El pH es naturalmente alcalino en todos los cursos de agua que constituyen la cuenca del río Imperial. Su origen se debe a la existencia de rocas de origen alcalinas, como calizas principalmente, las cuales van acompañando formaciones rocosas de origen sedimento volcánicas, formadas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados, especialmente en el sector centro sur de la cuenca: ríos Muco y Quepe.

5.4.2 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 30 a 180 µg/L (Est DGA río Quepe en Vilcún - otoño).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a 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 especialmente del río Quepe.

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.

5.4.3 Cromo

Los valores de cromo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 15 µg/L a 70 µg/L (Est DGA río Imperial en Almagro - invierno).

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. El contenido de cromo aguas abajo de la ciudad de Temuco, tiene un origen mixto, esto es de origen tanto natural como antrópico.

5.4.4 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 1,5 mg/L a 5,7 mg/L (Est DGA río Lumaco en Lumaco - invierno).

La presencia de hierro en la mayoría de los cauces se debe a la litología propia 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 en el río Imperial y Lumaco.

5.4.5 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre 0,04 mg/L a 0,08 mg/l (Est DGA río Quillén en Vocalhue -otoño).

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 Quillén.

Imperial

110.

En la sección media 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.

En la sección baja afloran las aguas subterráneas que portan los metales lixiviados que emergen elevando la concentración de este parámetro.

5.4.6 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,06 mg/L (Est DGA río Muco en Pte Muco - otoño) a 1,17 mg/l (Est DGA río Lumaco en Lumaco - primavera).

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 que forman el Imperial.

Los aumentos puntuales de la concentración de aluminio se producen generalmente durante los períodos de lluvias intensas y de corta duración – origen pluvial de la cuenca del Imperial -. Por otra parte dado que la cantidad de aluminio insoluble en suelos es grande, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes en aguas naturales cercanas.

En el río Chol Chol existe un aporte mixto dado por actividades mineras de arcillas que en forma difusa llegan al curso de agua por los drenajes de los depósitos de estériles principalmente.

5.4.7 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Imperial 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 la Araucanía - ESSAR.

El muestreo realizado por CADE-IDEPE en Noviembre del 2003 a cinco puntos de la cuenca adicionó nueva información que si bien no es fiable para hacer afirmaciones y conclusiones si entrega orientaciones de otros parámetros cuya información es poco conocida. A continuación se presentan los resultados de estos parámetros naturales:

- Color Aparente: se encontró sólo presente en el río Chol-Chol en Chol-Chol en la clase 1.

5.4.8 Conclusiones

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

- La calidad natural en la parte alta de la cuenca de los ríos Cautín, Quepe, Muco, Quino, Quillén y Traiguén, está dominada por el efecto de los volcanes Llaima, Tolhuaca, Sierra Nevada y el conjunto Lonquimay Navidad, de los cuales uno de ellos está en actividad permanente (Llaima). Esta gran concentración de volcanes en una cuenca pequeña son el efecto más gravitante en la calidad natural del río Imperial.
- La geomorfología de la IX Región presenta una baja altitud sobre el nivel del mar en el valle central, ésta particularidad constituye un factor incidente importante global en la cuenca del Imperial, porque hace que el nivel freático de las aguas subterráneas se encuentre muy próximo a las aguas superficiales, originando con esto recargas importantes de los cursos de agua por aguas subterráneas que contienen metales en solución producto de la lixiviación volumétrica de las aguas subterráneas sobre la litología de origen volcánica principalmente, especialmente en los períodos de estiaje.
- Existe una exuberante cubierta vegetal en la parte alta de la cuenca, lo cual impide la ocurrencia de fenómenos de escorrentía con arrastre de sedimentos.
- La presencia de suelos de trumaos de cualidades ácidas y de origen volcánico influyen notablemente en la calidad natural de las aguas de los cursos de agua del río Imperial.

Imperial

112.

- En la parte baja de la cuenca, existe una fuerte interrelación entre el acuífero y el río, el cual le adiciona metales en solución, los cuales provienen de la lixiviación volumétrica de toda la litología existente desde la cordillera de los Andes hasta el litoral mismo.
- El pH como parámetro agregado de calidad del agua es de naturaleza alcalina en la totalidad de la cuenca, debido a la presencia de calizas en las formaciones geológicas especialmente las existentes en el Llano central.

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 Imperial 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 Imperial

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Cautín	0912CA10	CA-TR-10	De: Naciente río Cautín Hasta: Confluencia río Blanco
	0912CA20	CA-TR-20	De: Confluencia río Blanco Hasta: Confluencia río Muco
	0912CA30		
	0912CA40	CA-TR-30	De: Confluencia río Muco Hasta: Confluencia río Quepe
	0912CA50		
0914CA10	CA-TR-40	De: Confluencia río Quepe Hasta: Confluencia río Imperial	
Río Imperial	0911IM10	IM-TR-10	De: Nueva Imperial Hasta: Confluencia río Cautín
	0915IM10	IM-TR-20	De: Confluencia río Cautín Hasta: Desembocadura
	0915IM20		
Río Huichahue	0913HU10	HU-TR-10	De: Naciente río Huichahue Hasta: Confluencia río Quepe

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

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Quepe	0913QE10	QE-TR-10	De: Naciente río Quepe Hasta: Confluencia río Huichahue
	0913QE20		
	0913QE30	QE-TR-20	De: Confluencia río Huichahue Hasta: Confluencia río Cautín
	0913QE40		
Río Collín	0912CO10	CO-TR-10	De: Naciente río Collín Hasta: Confluencia río Muco
Río Muco	0912MU10	MU-TR-10	De: Naciente río Muco Hasta: Confluencia río Cautín
	0912MU20		
	0912MU30		
Río Blanco	0912BL10	BL-TR-10	De: Naciente río Blanco Hasta: Confluencia río Cautín
Río Quillén	0911QI10	QI-TR-10	De: Naciente río Quillén Hasta: Confluencia río Lumaco
	0911QI20		
	0911QI30		
Río Quino	0910QU10	QU-TR-10	De: Naciente río Quino Hasta: Confluencia río Traiguén
	0910QU20		
Río Traiguén	0910TR10	TR-TR-10	De: Naciente río Traiguén Hasta: Confluencia río Dumo
	0910TR20	TR-TR-20	De: Confluencia río Dumo Hasta: Confluencia río Quino
	0910TR30		
Río Dumo	0910DU10	DU-TR-10	De: Naciente río Dumo Hasta: Confluencia río Traiguén
Río Purén	0910PU10	PU-TR-10	De: Naciente río Purén Hasta: Confluencia Estero Guadaba
Río Lumaco	0910LU10	LU-TR-10	De: Confluencia río Purén y Estero Guadaba Hasta: Confluencia río Quillén
	0910LU20		
	0910LU30		
Río Chol Chol	0911CH10	CH-TR-10	De: Confluencia ríos Lumaco y Quillén Hasta: Nueva Imperial
	0911CH20		
Río Colpi	0910CL10	CL-TR-10	De: Confluencia ríos Traiguén y Quino Hasta: Confluencia río Lumaco

En la lámina 1940-IMP-02 se ilustra la ubicación de los segmentos que dan origen a los tramos y en la lámina 1940-IMP-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.

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

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 Cautín	CA-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
	CA-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn, CF, CT	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	--	
								4	pH	
	CA-TR-30	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	DBO ₅	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	--	
								4	CF, CT, pH, S ²⁻	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Imperial: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendedos, Coliformes Fecales, Cobre, Cromo_{total}, Hierro, Manganeso, Aluminio, Color aparente, Coliformes Totales

Nota: Se le asigna la clase objetivo del tramo CA-TR-20 aplicando el principio de continuidad y solidaridad.

(*) 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 Imperial

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 Cautín (continuación)	CA-TR-40	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (ver nota)	0	CE, OD, SST, SD, Mn, color	Todos los parámetros seleccionados
								2	Fe, Cr _{tot} , Cu, Al	
								3	--	
								4	CF, CT, pH, S ⁻²	

Nota: Se le asigna como clase objetivo la clase de uso más exigente.

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

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 Imperial	IM-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CF, CT	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al	
								3	--	
								4	--	
	IM-TR-20	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn, CF	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	CT	
								4	pH	
Río Huichahue	HU-TR-20	--	--	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota: Se le asigna la clase objetivo aplicando el principio de solidaridad y continuidad respecto al río Quepe donde ambos tramos tienen asignados clase objetivo igual a cero

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

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 Quepe	QE-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al	
								3	--	
								4	Fe	
	QE-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn, DBO ₅	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	CF	
								4	PH, CT	

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

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 Collín	CO-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 1)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Muco	MU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	--	
								4	pH	
Río Blanco	BL-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota 2)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota 1: Se le asigna la clase objetivo aplicando el principio de solidaridad y continuidad respecto al río Muco (aguas abajo) que tiene asignado clase objetivo igual a cero

Nota 2: Se le asigna la clase objetivo de uso más exigente.

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

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 Quillén	QI-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	
								3	--	
								4	pH	
Río Quino	QU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	--	
								4	pH	

Nota: Se le asigna la clase objetivo del tramo QI-TR-20 (aguas abajo) aplicando el principio de solidaridad y continuidad

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

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 Traiguén	TR-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
	TR-TR-20	--	(*)	--	0	No hay	0	1	--	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	
								3	--	
4	pH									
Río Dumo	DU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota: Se le asigna como clase objetivo la clase de uso más exigente.

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

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 Purén	PU-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota 1)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Lumaco	LU-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Mn	
								3	Al	
								4	Fe	
Río Chol Chol	CH-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn, color, CF	Resto de parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al	
								3	--	
								4	pH	
Río Colpi	CO-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 2)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota 1: Se le asigna como clase objetivo la clase de uso más exigente.

Nota 2: Aplicando el principio de solidaridad y continuidad se le asigna la misma clase objetivo del tramo aguas arriba (TR-TR-20) y aguas abajo (LU-TR-10)

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 Imperial 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 Imperial, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 5 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeso
- Aluminio

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 Cautin en Rari-Ruca	95
Río Cautin bajo Temuco (Panamericana)	78
Río Chol-Chol en Chol-Chol	94
Río Imperial en Almagro	96
Río Imperial en Carahue	95
Río Lumaco en Lumaco	94
Río Muco en puente Muco	97
Río Quepe En Vilcún	93
Río Quepe en Quepe (Panamericana)	89
Río Quillen en Vocalhue (Botrolhue)	92
Río Quino en longitudinal	94
Río Traiguen en Traiguen	94

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Imperial 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 Cautin en Rari-Ruca	0
Río Cautin bajo Temuco (Panamericana)	0
Río Chol-Chol en Chol-Chol	0
Río Imperial en Almagro	0
Río Imperial en Carahue	0
Río Lumaco en Lumaco	0
Río Muco en puente Muco	0
Río Quepe En Vilcún	0
Río Quepe en Quepe (Panamericana)	0
Río Quillen en Vocalhue (Botrolhue)	0
Río Quino en longitudinal	0
Río Traiguen en Traiguen	0

Imperial

128.

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 Cautin en Rari-Ruca	96
Río Cautin bajo Temuco (Panamericana)	79
Río Chol-Chol en Chol-Chol	95
Río Imperial en Almagro	97
Río Imperial en Carahue	95
Río Lumaco en Lumaco	95
Río Muco en puente Muco	98
Río Quepe En Vilcún	94
Río Quepe en Quepe (Panamericana)	95
Río Quillen en Vocalhue (Botrolhue)	93
Río Quino en longitudinal	95
Río Traiguen en Traiguen	95

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, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeso, Aluminio, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Boro, Molibdeno, Cadmio, Mercurio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Sólidos Disueltos, Amonio, Cianuro, Fluoruro, Nitrito, Sulfuro, Estaño
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: Los del Instructivo, según Anexo A.9, Sección 6.5 (sólo dos años)

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 Cautín en Rari Ruca	Río Cautín bajo Temuco	Río Chol Chol en Chol Chol	Río Imperial en Carahue	Río Quepe en Panamericana
	COD_SEG	0912CA20	0912CA40	0911CH10	0915IM10	0913QE30
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS						
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O
RAS						
Sól disueltos	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O
INORGANICOS						
Amonio	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cianuro	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	mg/l					
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrito	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/l					
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
METALES ESCENCIALES						
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Cobre	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cromo total	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Hierro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	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
Arsénico	mg/l					
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS						
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	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-IMP-01: Usos del suelo
- 1940-IMP-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-IMP-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 de Chile.
2.6	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Perfiles Ecológicos de las cuencas de los ríos Lluta, San José, Huasco, Elqui, Limarí, Petorca, La Ligua, Mataquito, Itata, Imperial y del Lago Budi. Documento Final. 2001.
2.7	INE, Instituto Nacional de Estadísticas http://www.censo2002.cl
2.8	FUNDACIÓN TERRAM. ADC, Análisis de Coyuntura Económica. Publicación N° 28 sobre información del Banco Central. Octubre 2003.
2.9	ARQUITERRA. 1999. Análisis de Planes Reguladores Comunas: Ercilla, Lumaco y Lonquimay Novena Región.
2.10	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.11	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. VI Censo Nacional Agropecuario. 1997.
2.12	EDITEC Ltda. Compendio de Minería Chilena. 2003.
2.13	CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente. Estrategia Regional de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad en la IX Región de la Araucanía. Octubre 2002.
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. 1996.