

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 TOLTEN

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	5
2.2.3	Hidrogeología.....	7
2.2.4	Geomorfología.....	8
2.2.5	Suelos	9
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Toltén	10
2.3.1	Flora terrestre y acuática	10
2.3.2	Fauna acuática	13
2.4	Sistemas Humanos.....	15
2.4.1	Asentamientos humanos	15
2.4.2	Actividades económicas	15
2.4.3	Usos del Suelo	16
2.4.4	Uso agrícola.....	16
2.4.5	Uso forestal.....	17
2.4.6	Uso urbano.....	17
2.4.7	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	17
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	19
3.1	Información Fluviométrica.....	19
3.2	Usos del Agua.....	21
3.2.1	Usos in – situ	21
3.2.2	Usos extractivos.....	22
3.2.3	Biodiversidad.....	24
3.2.4	Usos ancestrales.....	25
3.2.5	Conclusiones.....	25

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas a Cursos de Agua	27
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	27
3.3.2	Residuos industriales líquidos	31
3.4	Datos de Calidad de Aguas	35
3.4.1	Fuentes de Información	35
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	36
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	38
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	38
4.1.1	Análisis por estación	38
4.1.2	Conclusiones	53
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	55
4.2.1	Selección de parámetros	55
4.2.2	Análisis de tendencia central	58
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	64
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	65
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	66
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	72
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	79
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	79
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	82
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	84
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	89
5.4.1	RAS	90
5.4.2	Cobre	90
5.4.3	Cromo	91
5.4.4	Hierro	91
5.4.5	Manganeso	91
5.4.6	Aluminio	92
5.4.7	Mercurio	92

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.8	Falencias de información.....	92
5.4.9	Conclusiones.....	93
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	94
6.1	Establecimiento de Tramos	94
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	96
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	101
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	102
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial.....	102
7.1.1	Antecedentes.....	102
7.1.2	Estimación del ICAS	102
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	103
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	104
7.3	Sistema de Información Geográfico.....	107
7.4	Referencias	107

ANEXOS

Anexo 3.1 :	Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Toltén
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 Toltén
Anexo 7.1:	Indice de Calidad Actual Cuenca del Río Toltén
Anexo 7.2 :	Indice de Calidad Objetivo Cuenca del Río Toltén

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

En relación a las cuencas vecinas, la hoya andina del río Toltén forma parte de la IX Región de la Araucanía es relativamente pequeña, con una extensión de 8.398 km² y una orientación general de oriente a poniente. En la cuenca alta de esta hoya existen numerosos lagos, en su mayoría de origen glacial, que se alimentan de la red de drenaje bien ramificada de la cordillera andina. Los tributarios del curso medio e inferior tienen un marcado paralelismo con la dirección SE a NW del Toltén entre su nacimiento y la junta con el Allipén.

El río Toltén nace en el extremo poniente del lago Villarrica, donde se ubica la ciudad de este nombre, una de las más antiguas de Chile. A partir de Pitrufrquén, a unos 40 km de su origen, el lecho es ancho, de poca pendiente y, por lo tanto, tortuoso. El río, ya engrosado con las aguas del Allipén, se divide en numerosos brazos que vuelven a juntarse dejando otras tantas islas entre sí, lo que le confiere el carácter de anastomosado. Tras 123 km, desemboca en el mar al norte de la punta Nilhue, presentando un ancho superior a 500 m. El terremoto de 1960 produjo cambios notables en el comportamiento del bajo Toltén, quedando inundados por el mar los terrenos aledaños, lo que obligó a cambiar el pueblo de Toltén más arriba.

Su principal tributario, el Allipén, se forma cerca del caserío de Melipeuco, de la confluencia del río Trufultruful que proviene del norte con el Zahuelhue que viene del oriente. El área drenada por el río Allipén es de 2.325 km² y su longitud total, de 108 km.

Por la ribera norte, el Allipén recibe varios tributarios menores y por la ribera sur, los ríos Llaima y Curaco, este último, el más importante, se alimenta del emisario del lago Colico, llamado también río Colico. Este lago que, antiguamente se llamaba Quechurehue, inicia la cadena de lagos antepuestos a la cordillera que se prolonga hasta el seno de Reloncaví. Tiene una extensión cercana a 60 km² y se orienta con un eje mayor E-W de 19 km.

El lago Villarrica conocido por los indígenas como Mallalafquén o Mallalavquén es uno de los más importantes del sur de Chile, con 173 km² de extensión. Es de forma elíptica, con un eje mayor E-W de 22 km y uno menor de 11 km y su espejo de agua se encuentra a 230 m s.n.m. Su alimentación principal le llega a través de río Pucón, Trancura o Minetúe de 78 km. de longitud que proviene del oriente. El tributario más importante es el río Maichín, ya en su curso inferior recibe por su ribera norte, el río Carrilcufú, que es el emisario del lago Caburgua. Este último lago tiene la característica de un fiordo interior con un eje

Toltén

2.

mayor N-S de 16 km. y un diámetro de 4 km. en promedio, siendo su espejo de agua de 57 km².

Aparte del río Pucón, el lago Villarica recibe por su ribera sur numerosos otros cursos de agua de breve recorrido que se generan en la falda NW del volcán Villarrica.

Después de recibir el aporte del río Allipén, el río Toltén presenta un escurrimiento en dirección este-oeste y recibe dos afluentes principales por el sur. El primero de ellos es el río Danguil, el cual tienen como tributario principal el río Puyehue. Algunos kilómetros más abajo recibe el segundo tributario que es el río Mahuidanche, el cual nace próximo al límite con la cuenca del río Valdivia.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- Río Toltén
- Río Allipén
- Río Donguíl
- Río Trancura (Pucón)
- Río Curaco
- Río Liucura
- Río Puyehue
- Río Mahuidanche

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 Toltén 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 Toltén es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-TOL-02.

Toltén

4.

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

CUENCA RIO TOLTEN					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
0940	Río ALLIPEN	AL	1	0940 - AL - 10	NACIENTE RIO ALLIPEN	EST. CALIDAD ALLIPEN EN MELIPEUCO
0940	Río ALLIPEN	AL	2	0940 - AL - 20	EST. CALIDAD ALLIPEN EN MELIPEUCO	CONFLUENCIA RIO CURACO
0940	Río ALLIPEN	AL	3	0940 - AL - 30	CONFLUENCIA RIO CURACO	CONFLUENCIA RIO TOLTEN
0940	Río CURACO	CU	1	0940 - CU - 10	NACIENTE EN LAGO COLICO	CONFLUENCIA RIO ALLIPEN
0941	Río LIUCURA	LI	1	0941 - LI - 10	NACIENTE RIO LIUCURA	CONFLUENCIA RIO TRANCURA
0941	Río TRANCURA	TR	1	0941 - TR - 10	NACIENTE RIO TRANCURA	CONFLUENCIA RIO LIUCURA
0941	Río TRANCURA	TR	2	0941 - TR - 20	CONFLUENCIA RIO LIUCURA	ENTRADA LAGO VILLARRICA
0942	Río TOLTEN	TO	1	0942 - TO - 10	SALIDA LAGO VILLARRICA	CONFLUENCIA RIO ALLIPEN
0943	Río DONGUIL	DO	1	0943 - DO - 10	NACIENTE RIO DONGUIL	CONFLUENCIA RIO PUYEHUE
0943	Río DONGUIL	DO	2	0943 - DO - 20	CONFLUENCIA RIO PUYEHUE	EST. CALIDAD DONGUIL EN GORBEA
0943	Río DONGUIL	DO	3	0943 - DO - 30	EST. CALIDAD DONGUIL EN GORBEA	CONFLUENCIA RIO TOLTEN
0943	Río PUYEHUE	PU	1	0943 - PU - 10	NACIENTE RIO PUYEHUE	CONFLUENCIA RIO DONGUIL
0943	Río MAHUIDANCHE	MA	1	0943 - MA - 10	NACIENTE RIO MAHUIDANCHE	CONFLUENCIA RIO TOLTEN
0943	Río TOLTEN	TO	1	0943 - TO - 10	CONFLUENCIA RIO ALLIPEN	EST. CALIDAD TOLTEN EN LONGITUDINAL
0943	Río TOLTEN	TO	2	0943 - TO - 20	EST. CALIDAD TOLTEN EN LONGITUDINAL	CONFLUENCIA RIO DONGUIL
0943	Río TOLTEN	TO	3	0943 - TO - 30	CONFLUENCIA RIO DONGUIL	CONFLUENCIA RIO MAHUIDANCHE
0943	Río TOLTEN	TO	4	0943 - TO - 40	CONFLUENCIA RIO MAHUIDANCHE	EST. CALIDAD TOLTEN EN T. SMIDTH
0943	Río TOLTEN	TO	5	0943 - TO - 50	EST. CALIDAD TOLTEN EN T. SMIDTH	DESEMBOCADURA OCEANO PACIFICO

2.2 Sistema Físico - Natural

2.2.1 Clima

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

Los montos de precipitación registrados por la estación meteorológica Freire, alcanzan los 1.579 mm/año. La escorrentía registrada anualmente en el sector de Villarrica, es de 2.967 mm y las pérdidas de agua por evaporación potencial en este mismo sector, corresponden a 45,5 mm/año [Ref. 2.2].

2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del río Toltén posee diversas formaciones rocosas, entre ellas destacan:

- Parte baja de la cuenca: Rocas P11m, del tipo sedimentarias del Pleistoceno. Secuencias sedimentarias marinas litoraleso fluviales estuarianas: coquinas, conglomerados coquináceos, areniscas y conglomerados dispuestos en niveles aterrazados emergidos.
- Ribera Norte del río Toltén y Allipén: Rocas Q1 del tipo sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos aluviales coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados.
- Zona sur del río Toltén: Rocas Q1g2 del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvioglaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Sta María.
- Zona media alta de la cuenca: Rocas PPI3, del tipo volcánicas del Plioceno-Pleistoceno. Secuencias y centros volcánicas parcialmente erodados, lavas basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados. Además, de intercalaciones de rocas Mg; rocas OM2c y rocas Q3i.

Rocas Mg, del tipo intrusiva del Mioceno. Granodioritas, dioritas, tonalitas.

Rocas OM2c, del tipo volcanosedimentaria del Oligoceno-Mioceno. Secuencias volcanosedimentarias; lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas.

Rocas Q3i, del tipo volcánico del Cuaternario. Estrato volcanes y complejos volcánicos; lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos. En esta formación rocosa se ubican los dos volcanes existentes en la cuenca.

- Parte alta de la cuenca: Rocas Kig, del tipo intrusivas del Cretácico inferior. Granitos, granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita. [Ref. 2.3].

En la cuenca se encuentran 4 volcanes que ejercen influencia en esta y en las cuencas vecinas, estos son: Villarrica (Estratovolcán histórico cuya última erupción es posterior a 1964), Llaima (Estratovolcán histórico con fecha probable de última erupción posterior a 1964), Quetrupillan (Caldera histórica) y Lanin (Estratovolcán del Holoceno cuya última erupción es desconocida) [Ref. 2.4].

2.2.3 Hidrogeología

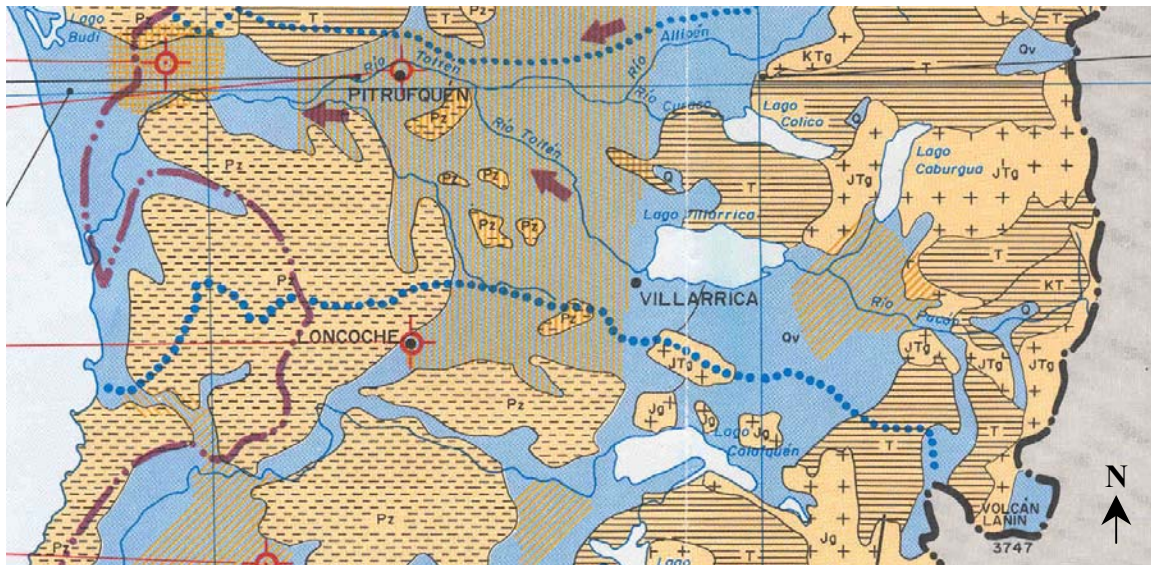
La cuenca hidrográfica del río Toltén se extiende desde la latitud 38°40' por el Norte hasta la latitud 39°40' por el Sur.

En el sector alto de la cuenca destaca la existencia de formaciones rocosas de origen sedimentario volcánico del período Terciario y Cuaternario y, rocas hipabisales e intrusivas perteneciente al período Jurásico Terciario. En esta zona destaca el volcán Villarrica como importante formador del relieve de la zona. Estas formaciones rocosas, consisten principalmente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados de baja permeabilidad, que forman el basamento de este sector de la cuenca. Por lo tanto las infiltraciones de agua, escurren por el subsuelo hasta llegar a los cuerpos lacustres de Villarrica, Caburga y Colico. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero.

En el valle central de la cuenca, escurren dos acuíferos: uno en dirección SWW paralelo al río Allipén y el otro lo hace en dirección NWW paralelo al Toltén, juntándose ambos en los alrededores de la localidad de Pitrufoquén. El medio por el cual escurre el acuífero, corresponde a material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad.

En este mismo sector de Pitrufoquén, el acuífero se encajona y queda limitado por el batolito costero, escurriendo paralelo al río Toltén. Destaca la baja profundidad del acuífero que se mantiene hasta su desembocadura con profundidades de 2 a 3 metros [Ref. 2.5].

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



[Ref. 2.5]

Figura 2.1: Características Hidrogeológicas de la Cuenca del río Toltén (Escala 1:1.000.000)

2.2.4 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, existe una serie de elementos fisiográficos que se pueden identificar claramente; los grupos principales son [Ref. 2.6]:

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

La Cordillera de los Andes se presenta con una altura promedio de 2.500 m s.n.m., destacando como máximas alturas el volcán Villarrica, Llaima, Quetrupillán y Lámin. En este sector, una gran cantidad de torrentes menores y lagos de diversos tamaños completan el relieve cordillerano modelado principalmente por la actividad volcánica durante tensiones originadas por la orogenia alpina del terciario y modelado también por la acción glacial.

La Depresión Intermedia está caracterizada por planicies, lomajes y cerros que en general no alcanzan elevadas alturas. Su principal característica es la presencia de una

topografía fuertemente ondulada y que corresponde a un plano inclinado con orientación este - oeste. El cauce del río Toltén en esta zona presenta un escurrimiento meándrico con valles fluviales estrechos.

Las Planicies Litorales de sedimentación fluviomarina en esta zona se presentan muy estrechas [Ref. 2.7].

2.2.5 Suelos

La información sobre características edafológicas de la cuenca y en general de la IX Región de la Araucanía, es escasa. La información que se ha incluido en esta sección, es de carácter general e incluye aquellos antecedentes referidos a los suelos de la provincia de Cautín.

En la provincia de Cautín y específicamente en la cuenca del río Toltén, los suelos que ocupan una mayor superficie corresponden a aquellos clasificados como “Trumaos” y “Trumaos aluviales”. Dentro del primer grupo, se ha identificado que la serie de suelo de mayor superficie corresponde a la serie Santa Bárbara, característica de zonas de cerros y lomajes de la zona central sur del país (provincia de Malleco a Valdivia).

Estos suelos de lomajes suaves a ondulados y quebrados, normalmente profundos, formados de cenizas volcánicas que descansan usualmente sobre conglomerados volcánicos y/o tobas volcánicas. Sus texturas usuales en la superficie son franco arenosas muy fina o franco limosa, con gran abundancia de materia orgánica que le dan un color pardo oscuro y pardo grisáceo. En profundidad la textura va de franco arenosa fina a franco limosa hasta franco arcillosa y el color paulatinamente pasa a pardo amarillento. Tienen un alto poder para retener agua y buena a muy buena permeabilidad. Presenta una erosión moderada de manto y se observan zanjas sólo ocasionalmente. El suelo Santa Bárbara, ubicado en la cordillera desde el límite de los lagos hacia el Este, corresponden a suelos de cenizas más recientes, que aparecen fuertemente estratificados con estratos variables de “trumaos” y piedra pómez del tamaño de la grava. Estos suelos son más susceptibles al deslizamiento si no están protegidos por vegetación arbórea. Corresponden a suelos eminentemente forestales.

Los suelos “trumaos aluviales” son suelos planos a ligeramente ondulados, aluviales, estratificados, muy variables en profundidad, corrientemente desde 0,50 m a 1,10 m, que descansan en materiales aluviales usualmente en piedras. En algunos descansa en tobas mezcladas con arenas y breccia volcánica. La textura del horizonte superficial va de franco

Toltén

10.

arenosa fina o muy fina a franco limosa, usualmente granula débil, friable a muy friable; hacia abajo generalmente se mantiene esa misma textura, ligeramente más pesada, con algunas estratas más pesadas ocasionalmente. Los colores superficiales son generalmente pardo muy oscuro a gris muy oscuro o pardo grisáceo muy oscuro. El drenaje es normalmente bueno, salvo en los suelos Victoria, Freire y Curacautín que es medio. Dentro de esta clasificación general, se han identificado en la cuenca los suelos Cunco, Cherquenco, Freire, Lanco, Temuco y Villarrica [Ref. 2.8].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Toltén

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 del sur (sector cordillera de Nahuelbuta), Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque caducifolio mixto de la cordillera andina (sector precordillera andina) y Bosque caducifolio alto andino de la Araucanía (sector cordillera andina):

- Bosque Caducifolio del Sur: Se extiende al sur del la IX Región ocupando la depresión central sobre un relieve plano o de lomajes morreicos y en las laderas de ambas cordilleras. Dentro de la región ecológica respectiva, existe una situación más favorable en cuanto a precipitaciones motivo que permite un gran desarrollo de la vida vegetal; ha sido reemplazado casi totalmente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado modificado. En su composición florística intervienen muchas especies típicamente laurifolias: Roble – Laurel (*Nothofagus obliqua* - *Laurelia sempervirens*), Roble – Mañío de hojas largas (*Nothofagus obliqua*-*Podocarpus saligna*), Olivillo-Laurel (*Aextoxicom punctatum* - *Laurelia sempervirens*), Murra – Espinillo (*Rubus ulmifolius* – *Ulex europaeus*), Pasto miel – Piojillo (*Holcus lanatus* – *Agrostis tenuis*), Mostacilla – Pasto Ovillo (*Sisymbrium officinale* – *Dactylis glomerata*), Llantén – Piojillo (*Plantago major* – *Poa annua*), Contrahierba – Plagiobotris (*Gratiola peruviana* – *Plagiobothrys pratense*) y Unquillo – Lotera (*Juncus procerus* – *Lotus corniculatus*).

- **Bosque Laurifolio Valdiviano:** Se ubica en las alturas medias de ambas vertientes de la cordillera de la costa en el norte de la X región, alcanzando a cubrir una pequeña parte de la IX Región. En las laderas occidentales de la cordillera llega hasta el nivel del mar. En sus características particulares es reconocible la presencia destacada en sus comunidades de especies tales como Olivillo y Ulmo. Sus características más favorables de temperatura, especialmente estivales, permiten una mayor diversidad florística y la penetración en las vertientes orientales de especies pertenecientes al bosque caducifolio especialmente aquellas de los bosques de roble. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Olivillo – ulmo (*Aextoxicom punctatum* – *Eucryphia cordifolia*), Olivillo Huayún (*Aextoxicom punctatum* – *Rhaphithamnus spinosus*), Coigue Mañío de hojas largas (*Nothofagus dombeyii* - *Podocarpus saligna*), Ulmo- Tineo (*Eucryphia cordifolia* – *Weinmannia trichosperma*), Lingue – ulmo (*Persea lingue* - *Eucryphia cordifolia*), Huella – Maqui (*Corynabutilum vitifolium* – *Aristotelia chilensis*), Calafate – Huayún (*Berberis buxifolia* – *Rhaphithamnus spinosus*), Junquillo – Quira y (*Juncus bufonius* – *Juncus planifolius*).
- **Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera Andina:** Bosque de Raulí y Coigue, que se encuentra distribuido en un estrecho piso altitudinal de la cordillera de los Andes. Responde a una situación ambiental más húmeda y fría, con numerosas penetraciones de elementos florísticos laurifolios y en ciertos lugares también de elementos alto - andinos. El paisaje vegetal es calificado de mixto por la abundante participación de especies de hoja perenne que algunas veces llegan incluso a dominar el dosel superior. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Raulí – Coigue (*Nothofagus alpina* – *Nothofagus dombeyii*) la cual es acompañada por la siguiente comunidad de sotobosque: Colihue (*Chusquea coleu*), chaura (*Guaultheria phyllyreaefolia*), leña dura (*Maytenus magellanica*) y sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*).
- **Bosque Caducifolio Alto Andino de la Araucanía:** Es el bosque de Araucaria - Lenga, que se distribuye por las laderas altas y cumbres de los macizos cordilleranos, especialmente en la IX Región. La composición florística y la fisonomía de sus asociaciones responde primariamente a un 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. Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes: Araucaria – Lengua (*Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio*) y Araucaria – Coigue (*Araucaria araucana* – *Nothofagus dombeyi*) [Ref. 2.9].

La extensa flora acuática de este río y sus tributarios, con áreas contiguas de humedales, forman un continuo con el bosque nativo de sus riberas. Se han seleccionado aquí las especies propiamente acuáticas. No hay especies con problemas de conservación.

Tabla 2.2: Flora Acuática río Toltén

Nombre común	Nombre científico	Familia
Llantén de agua	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Alismataceae</i>
Carrizo, totora	<i>Arundo donax</i>	<i>Poaceae</i>
Flor del pato, Tembladerilla	<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Azollaceae</i>
	<i>Callitriche deflexa</i>	<i>Callitrichaceae</i>
Huencheco	<i>Callitriche palustris</i>	<i>Callitrichaceae</i>
	<i>Cardamine nasturtioides</i>	<i>Brassicaceae</i>
Flor de la piedra	<i>Crassula erecta</i>	<i>Crassulaceae</i>
Cortadera"	<i>Cyperus eragrostis</i>	<i>Cyperaceae</i>
Luchecillo, huiro	<i>Elodea densa</i>	<i>Hydrocharitaceae</i>
	<i>Gomphonema montanum</i>	
Contrahierba	<i>Gratiola peruviana</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
	<i>Heleocharis pachycarpa</i>	<i>Cyperaceae</i>
Yerba de la plata	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	<i>Hydrocotylaceae</i>
Tembladerilla	<i>Hydrocotyle volckmanni</i>	<i>Hydrocotylaceae</i>
Isete	<i>Isoetes savatieri</i>	<i>Isoetaceae</i>
	<i>Juncus cyperoides</i>	<i>Juncaceae</i>
Junquillo, junco	<i>Juncus procerus</i>	<i>Juncaceae</i>
	<i>Juncus supiniformis</i>	<i>Juncaceae</i>
	<i>Juncus supinus</i>	<i>Juncaceae</i>
	<i>Jussiaea repens</i>	<i>Oenotheraceae</i>
Lenteja de agua	<i>Lemna valdiviana</i>	<i>Lemnaceae</i>
Canutillo	<i>Leptocarpus chilensis</i>	<i>Restionaceae</i>
	<i>Limosella subulata</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
Romerillo	<i>Lythrum album</i>	<i>Lythraceae</i>
	<i>Melosita granula</i>	
	<i>Melosita pseudogranulata</i>	
	<i>Melosita varians</i>	
Placa, berro	<i>Mimulus bridgesii</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
Placa	<i>Mimulus luteus</i>	<i>Scrophulariaceae</i>

Tabla 2.2: Flora Acuática río Toltén

Nombre común	Nombre científico	Familia
Pitra	<i>Myrceugenia exsucca</i>	<i>Myrtaceae</i>
Pasto pinito	<i>Myriophyllum brasiliense</i>	<i>Haloragaceae</i>
Hierba del sapo	<i>Myriophyllum elatinoides</i>	<i>Haloragaceae</i>
Berro	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Brassicaceae</i>
Loto	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Nymphaeaceae</i>
Duraznillo	<i>Polygonum hidropiperoides</i>	<i>Polygonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton gayi</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton linguatus</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton lucens</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton lucens var. Brasiliense</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton pusillus var. Tenuissimus</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Huiro	<i>Potamogeton stenostachys</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
	<i>Ranunculus flagelliformis</i>	<i>Ranunculaceae</i>
	<i>Ranunculus monanthos</i>	<i>Ranunculaceae</i>
	<i>Ranunculus sp</i>	<i>Ranunculaceae</i>
	<i>Sagittaria chilensis</i>	<i>Alismataceae</i>
Sosa	<i>Salicornia fruticosa</i>	<i>Chenopodiaceae</i>
Mimbre"	<i>Salix viminalis</i>	<i>Salicaceae</i>
	<i>Scirpus americanus</i>	<i>Cyperaceae</i>
Totora	<i>Scirpus californicus</i>	<i>Cyperaceae</i>
Hualtata, paco,	<i>Senecio fistulosus</i>	<i>Asteraceae</i>
	<i>Senecio zosteræfolius</i>	<i>Asteraceae</i>
Taisana	<i>Spergularia rubra</i>	<i>Cariophyllaceae</i>
	<i>Synedra rumpens</i>	
Hierba de la paloma	<i>Triglochin maritima</i>	<i>Juncaginaceae</i>
Vatro, totora	<i>Typha angustifolia</i>	<i>Typhaceae</i>
No me olvides del campo	<i>Veronica anagallis-aquatica"</i>	<i>Scrophulariaceae</i>

[Ref. 2.10]

2.3.2 Fauna acuática

La fauna bentónica es la usual para estas cuencas que tiene ríos de gran desarrollo con fases ritronica, potamón y estuarios.

Tabla 2.3: Fauna bentónica río Toltén

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

[Ref. 2.10]

La fauna de peces incluye la de pequeños esteros que nacen en humedales los cuales constituyen el hábitat de los puyes.

Tabla 2.4: Fauna íctica río Toltén

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado de Conservación
Bagre chico	<i>Trichomycterus areolatus</i>	<i>Trichomycteridae</i>	Vulnerable
Carmelita	<i>Percilia gillissi</i>	<i>Perciliidae</i>	Vulnerable
Cauque	<i>Odontesthes mauleanum</i>	<i>Atherinidae</i>	Vulnerable
Farionela	<i>Aplochiton taeniatus</i>	<i>Aplochitonidae</i>	Peligro de extinción
Farionela listada	<i>Aplochiton zebra</i>	<i>Aplochitonidae</i>	Vulnerable
Gambusia	<i>Gambusia affinis</i>	<i>Poeciliidae</i>	No listada
Lamprea anguila	<i>Geotria australis</i>	<i>Geotriidae</i>	Vulnerable
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>		Vulnerable
Pejerrey chileno	<i>Basilichthys Australis</i>	<i>Atherinidae</i>	Vulnerable
Puye	<i>Galaxias maculatus</i>	<i>Galaxiidae</i>	Vulnerable
Perca trucha	<i>Percichthys trucha</i>	<i>Percichthyidae</i>	Vulnerable
Pocha del sur	<i>Cheirodon australe</i>	<i>Characidae</i>	Vulnerable
Puye	<i>Galaxias platei</i>	<i>Galaxiidae</i>	Peligro de extinción
Puye, Peladilla	<i>Brachygalaxias bullocki</i>	<i>Galaxiidae</i>	Vulnerable
Robalo	<i>Eleginops maclovinus</i>	<i>Nototheniidae</i>	Vulnerable
Trucha arcoiris	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	No listada
Trucha de río	<i>Salmo trutta fario</i>	<i>Salmonidae</i>	No listada

[Ref. 2.10]

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Toltén forma parte de la IX Región de la Araucanía, abarcando la provincia de Cautín y las comunas de Melipeuco, Cunco, Freire, Teodoro Schmidt, Curarrehue, Pucón, Pitrufrquén, Toltén, Gorbea, Villarrica y Loncoche. La cuenca posee una superficie de 839.800 Ha equivalentes al 26% de la Región.

Las ciudades emplazadas en la cuenca corresponden a Villarrica, Freire, Pitrufrquén, Pucón, Cunco y Gorbea. Entre las localidades pobladas de mayor importancia según el número de habitantes, se pueden mencionar las siguientes:

Tabla 2.5: Población Total de la cuenca del río Toltén

Nombre Asentamiento	Población Total 2002	Población Total Urbana 2002	Cauce asociado a Localidad
Villarrica	45.531	30.859	Río Toltén
Freire	25.514	7.629	Río Toltén
Pitrufrquén	21.988	13.420	Río Toltén
Pucón	21107	13.837	Río Trancura
Cunco	18.703	8.806	Río Allipén
Teodoro Schmidt	15.504	6.244	Río Toltén
Gorbea	15.222	9.413	Río Donguil
Melipeuco	5.628	2.333	Río Allipén

[Ref. 2.11]

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

2.4.2 Actividades económicas

La principal actividad económica de la cuenca gira en torno a las actividades turísticas, sin embargo, también son de importancia económica las actividades forestales, agrícolas, ganaderas y pesqueras. La cuenca, en general, se encuentra emplazada en una zona con gran número de cuerpos lacustres siendo el más importante, desde el punto de vista turístico para esta zona, el Lago Villarrica.

Toltén

16.

El Lago Villarrica a lo largo de los años se ha convertido en uno de los centros turísticos más importantes de Chile. Reúne a unos 70 mil veraneantes y a muchos deportistas de invierno que acuden al centro de esquí del volcán Villarrica y Pucón, que posee buenas playas e infraestructura hotelera.

El río Toltén por su parte, presenta excelentes condiciones para practicar la pesca deportiva ya que posee una gran abundancia de especies salmoneras [Ref. 2.12] [Ref. 2.7].

2.4.3 Usos del Suelo

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

Tabla 2.6: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Toltén

Cuenca del río Toltén (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
839.800	Praderas	250.368	29,8
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	602	0,1
	Plantaciones forestales	35.570	4
	Áreas urbanas y zonas industriales	2.100	0,3
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	317.291	37,8
	Otros Usos*	206.739	25,6
	Áreas sin vegetación	27.130	3,2

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

2.4.4 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 602 Ha equivalentes al 0,1% de la superficie total [Ref. 2.13].

Los terrenos agrícolas en la cuenca se presentan aproximadamente a 7 Km al sur oriente de la ciudad de Gorbea, emplazada en el sector centro de la cuenca.

Las superficies de terreno destinados a este tipo de uso, corresponden principalmente a praderas artificiales y cultivos anuales.

2.4.5 Uso forestal

El uso de suelo de tipo forestal en la cuenca comprende 35.570 Ha equivalentes al 4% de la superficie total. Estas plantaciones de bosque corresponden a la especie pino radiata [Ref. 2.13].

Es importante destacar además, que la cuenca posee una superficie importante de terrenos con especies nativas que alcanzan las 313.427 Ha equivalentes al 37% de la superficie total de la cuenca.

2.4.6 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca es reducido, sólo alcanza las 2.100 Ha equivalentes al 0,3% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales [Ref. 2.13].

La población urbana se concentra mayoritariamente en las ciudades de Villarrica, Pucón y Pitrufquén, a nivel comunal estas alcanzan un total aproximado de 58.100 habitantes.

El uso de suelo destinado a la actividad minera, no se presenta en la cuenca.

2.4.7 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

La cuenca del río Toltén posee tres Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, SNASPE. Estos sitios corresponden a la Reserva Nacional China Muerta, Reserva Nacional Villarrica y al Parque Nacional Huerquehue.

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

Toltén

18.

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
Mahuidanche - Lastarria	5.985	<p>Sitio Natural con los siguientes componentes naturales: Dos sitios prioritarios de conservación de diversidad biológica, Humedales, Cursos de agua (Estero Mahuidanche), Bosque Caducifolio del Sur y Presencia de Bosques Pantanosos muy ricos en especies vegetales.</p> <p>Este sistema hídrico, es el hábitat de las poblaciones de Nutria de río o Huillín (<i>Lontra provocax</i>), especie en extremo peligro, últimas zonas de la región donde existe. Forma parte del corredor biológico de una rica ictiofauna de muchos endemismos (<i>Galaxias</i> sp., <i>Aplochiton</i> sp.), herpetofauna, invertebrados bentónicos (<i>Aegla</i> sp., <i>Samasthacus spiniformis</i>, <i>Parasthacus</i> sp.), Avifauna asociada a los bordes de ríos y hualves (<i>Rhinocryptidos</i>, <i>Furnaridos</i>, <i>Ralidos</i>, etc). Posee sectores asociados a “Hualves” (árboles, arbustos, musgos y líquenes). Ecosistema de humedales sin representación en el SNASPE regional. Singularidad en anfibios, reptiles y flora nativa.</p>

[Ref. 2.14] [Ref. 2.15]

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 Toltén es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Toltén

Nombre	Período de Registro
RÍO ALLIPÉN EN MELIPEUCO	1985 - 2001
RÍO ALLIPÉN EN LOS LAURELES	1946 - 2001
RÍO CURACO EN COLICO	1986 - 2001
RÍO TRANCURA EN CURARREHUE	1968 - 2001
RÍO TRANCURA EN LLAFENCO	1970 - 2001
RÍO LIUCURA EN LIUCURA	1971 - 2001
RÍO TOLTÉN EN VILLARRICA	1942 - 2001
RÍO PUYEHUE EN QUITRATUE	1947 - 2001
RÍO DONGUIL EN GORBEA	1965 - 2001
RÍO MAHUIDANCHE EN SANTA ANA	1987 - 2001
RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT	1991 - 2001

La cuenca del río Toltén es relativamente pequeña, con una superficie de 7.886 km², y con orientación general de oriente a poniente. En su parte alta se observan numerosos lagos, principalmente el lago Villarrica, el Caburga y el Colico.

Esta cuenca está compuesta por las subcuencas del Allipén, del Pucón (Trancura) y del Toltén. La subcuenca del Allipén se emplaza en la parte nororiental de la cuenca, desde el nacimiento del Allipén, cerca del caserío de Melipeuco hasta su junta con el río Toltén. La subcuenca del Pucón (Trancura) se ubica en la parte suroriental de la cuenca, desde el nacimiento del río Trancura hasta su desembocadura en el lago Villarrica. La subcuenca del Toltén se emplaza en la parte baja de la cuenca, desde el lago Villarrica hasta la desembocadura del río Toltén en el océano Pacífico.

Toltén

20.

Se observa un claro régimen pluvial en la parte baja de la cuenca del río Toltén, mientras que en la parte alta se aprecia una leve influencia nival, mostrando un régimen pluvio – nival.

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

- Grupo1; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por las estaciones fluviométricas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Toltén.
- Grupo2; Régimen Pluvio – Nival: Este grupo está formado por las estaciones fluviométricas ubicadas en la parte alta de la cuenca, en las subcuencas del Allipén y del Trancura.

Tabla 3.2: Grupo de Estaciones Fluviométricas

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvial	RÍO TOLTÉN EN VILLARRICA
2		RÍO PUYEHUE EN QUITRATUE
3		RÍO DONGUIL EN GORBEA
4		RÍO MAHUIDANCHE EN SANTA ANA
5		RÍO TOLTÉN EN TEODORO SCHMIDT
6	Pluvio – Nival	RÍO ALLIPÉN EN MELIPUECO
7		RÍO CURACO EN COLICO
8		RÍO ALLIPÉN EN LOS LAURELES
9		RÍO TRANCURA EN CURARREHUE
10		RÍO TRANCURA ANTES RÍO LLAFENCO
11		RÍO LIUCURA EN LIUCURA

Para poder completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas incompletas se utilizaron correlaciones lineales con las estaciones patrones cercanas y que presentaban un comportamiento hidrológico similar. Estas estaciones patrones corresponden a Trancura antes río Llafenco, Allipén en los Laureles y Toltén en Villarrica, las cuales han sido seleccionadas en base a su 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 estimados para completar la estadística.

3.2 Usos del Agua

Se han diferenciado tipos de usos del agua, los cuales se han agrupado en usos in-situ, usos extractivos, usos para la biodiversidad y usos ancestrales. Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP 1996.
- “Estrategia y Plan de Acción para 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.

Toltén

22.

b) Pesca deportiva y recreativa

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

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

- Los lagos Colico, Caburga y Villarrica.
- El río Liucura, del cual no se dispone de información acerca de los puntos exactos en donde se desarrolla esta actividad.

3.2.2 Usos extractivos

Los usos extractivos son los que se extraen o consumen en su lugar de origen. A continuación se mencionan los usos extractivos en esta cuenca que se relacionan con la calidad del agua:

a) Riego

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

En esta cuenca es difícil cuantificar las demandas desde el punto de vista agrícola, ya que los derechos de agua existentes están muy dispersos entre los ríos, esteros y vertientes que forman la cuenca. [Ref. 3.1]

b) Captación para agua potable

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

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

Tabla 3.3: Producción y demanda neta de agua potable 1992

Localidad	Producción total (l/s)	Consumo total (l/s)
Villarrica	53.07	33.96
Pitrufquén	24.62	16.5
Pucón	28.34	21.26
Gorbea	17.67	13.25
Cunco	9.74	7.3
Teodoro Schmidt	4.94	3.01
Melipeuco	3.05	2.1
Hualpin	2.88	1.98
Huiscapi	2.47	1.7
Los Laureles	1.74	1.2
Curarrehue	1.53	1.05

[Ref. 3.1]

Así, la producción total en la cuenca del río Toltén ascendía en 1992 a 150.05 (l/s), mientras que la demanda, incluyendo los sectores residenciales e industriales, equivalía a 103.31 (l/s). [Ref. 3.1]

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

- Villarrica, que posee una captación superficial, que extrae recursos del estero Canquil, del cual no se dispone de su ubicación, y una captación subterránea.
- Pitrufquén, que se abastece de aguas subterráneas y superficiales, que extrae recursos de vertientes que afloran a 3 km al oriente de la localidad.
- Pucón, que extrae recursos en forma superficial de una vertiente a 1.5 km al sur-oriente de esta comuna.
- Gorbea, que extrae agua de vertientes muy próximas a dicha localidad.
- Cunco, que se abastece mediante una bocatoma ubicada a 5.5 km al nor-oriente de la localidad. También capta aguas de forma subterránea.

Toltén

24.

c) Generación de energía eléctrica y actividad minera

De acuerdo a la información recopilada no hay antecedentes hasta 1996 de estos tipos de uso del agua en la cuenca del río Toltén.

d) Actividad industrial

Hasta 1996 funcionaban tres industrias del rubro alimenticio principalmente en la elaboración de productos lácteos, y una refinadora de metales, localizadas en la parte baja de la cuenca, es decir, en la subcuenca 0943. En conjunto demandaban en este año 52560 (m³/mes), obtenidos en su mayoría de fuentes subterráneas. [Ref. 3.1]

3.2.3 Biodiversidad

La protección y conservación de comunidades acuáticas, a la que hace referencia el IP, 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 de protección oficial en la cuenca del río Toltén son:

- Parque Nacional Huerquehue: Predominan en esta área los bosques de araucaria y también otras especies como el coigüe, lenga, raulí, tepa, mañío, palo santo, canelo, colihue, notro, arrayán y calafate, entre otros. La fauna resalta por su variedad, sobresaliendo los zorros chilla y culpeo, el puma, y otros canívoros menores como el chingue y la guiña.
- Reserva Nacional Villarrica: Entre las especies arbóreas que se observan destacan: araucarias y lengas en los sectores altos del parque y raulí y mañío de hoja corta en las zonas más bajas. Dentro de la fauna se observa el carpintero negro, el zorro chilla, el monito del monte, el coipo, la liebre, la cachaña, el cóndor y una gran variedad de insectos.
- Reserva Nacional China Muerta: se observa presencia de bosque nativo, esto es, especies como raulí, roble, coigüe, araucaria, lenga y ñirre.

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 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 cuenta con la información específica como para incluirlos en la tabla 3.4.

3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-TOL-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.4, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.4 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en el Instructivo, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Toltén

26.

Tabla 3.4: Usos de Agua por Segmento en la Cuenca del Río Toltén

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Allipén	0940AL10									
	0940AL20			•						
	0940AL30									
Río Curaco	0940CU10									
Río Liucura	0941LI10		•							
Río Trancura	0941TR10							•		
	0941TR20									
Río Donguil	0943DO10							•		
	0943DO20									
	0943DO30				•					
Río Mahuidanche	0943MA10							•		
Río Puyehue (Quitrahue)	0943PU10							•		
Río Toltén	0942TO10									
	0943TO10				•					
	0943TO20									
	0943TO30									
	0943TO40									
	0943TO50			•						

[Ref 3.1]

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

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Toltén posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 70.181 habitantes.

Del total de población urbana presente en la cuenca, el 85% (59.377 habitantes) posee servicios de alcantarillado. Esto refleja que un grupo importante de población urbana es atendida con este servicio por la empresa sanitaria ESSAR S.A.

La empresa sanitaria además del servicio anterior, provee a la población de Pucón con servicios de tratamiento de aguas servidas. Según estimaciones al año 2005 (SISS), la ciudad de Villarrica tendrá una cobertura de tratamiento de aguas servidas de 97%, mientras que las ciudades de Freire, Pitrufquén, Cunco y Gorbea para el año 2010 tendrán una cobertura de tratamiento superior al 89%.

A continuación, en la tabla 3.5 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios que opera actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad.

Toltén

28.

Tabla 3.5: Descargas de Aguas Servidas

Localidad Atendida	Segmentos Asociados a las Descargas	Cuerpo Receptor	Empresa de Servicios Sanitarios	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (%)	Población Urbana Total Estimada (Hab)	Población Estimada Saneada (Hab)	Planta de Tratamiento	Tipo de Tratamiento y/o Nombre De La Planta	Caudal (L/s)	DBO ₅ (mg/l)	pH	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/l)	Cu Total (mg/l)	Fe disuelto (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Villarrica	NS	Lago Villarrica	ESSAR S.A.	0	25.281	23.417	NO		43,4	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Freire	0943TO10	Río Toltén	ESSAR S.A.	0	5.120	4.654	NO		8,6	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Pitrufquén	0943TO10	Río Toltén	ESSAR S.A.	0	13.131	11.382	NO		21,1	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Pucón	NS	Lago Villarrica	ESSAR S.A.	69,8	11.777	7.942	SI	Lodos Activados	14,7	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Cunco	0940AL20	Río Allipén	ESSAR S.A.	0	6.602	6.005	NO		11,1	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03
Gorbea	0943DO20	Río Donguil	ESSAR S.A.	0	8.270	5.977	NO		11,1	35	6,0 - 8,5	80	20	1	5	< 1,0E+03

NOTAS:

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

Toltén

30.

3.3.2 Residuos industriales líquidos

La actividad económica principal de la cuenca gira en torno a las actividades turísticas, sin embargo, también son de importancia económica las actividades forestales, agrícolas, ganaderas y pesqueras. Dentro de estos rubros se han identificado industrias lecheras que descargan directa o indirectamente a través de un curso fluvial menor, sus efluentes industriales.

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.

Toltén

32.

Tabla 3.6: 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)	
Vertedero Villar	Villarrica	0942TO10	Río Toltén	Nd	Nd																									
Lechería Llau Llau	Villarrica	0942TO10	Río Toltén	11123	Nd	*	*	*		*		*						*			*				*					
Lechera del Sur S.A.	Pitrufoquén	Nd	Nd	11123	Nd	*	*	*		*		*						*			*				*					
Nestle Chile S.A. Planta Pitrufoquén	Pitrufoquén	Nd	Nd	11123	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.

Toltén

34.

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 Toltén 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	Toltén				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Toltén					
En Longitudinal (*)	NO	28	18	1984-1996	37
En Pitrufquén (*)	NO	18	13	1994-1995	2
En Teodoro Schmidt	SI	31	20	1984-2002	63
En Villarrica	SI	31	20	1984-2002	74
Río Allipén					
En Los Laureles	SI	31	20	1983-2002	71
En Melipeuco	SI	31	20	1984-2002	71
Río Donguil					
En Gorbea	SI	31	20	1983-2002	63
Río Liucura					
En Liucura (*)	SI	13	7	1983	1
Río Puyehue					
En Quitratue (*)	SI	13	7	1983	1
Río Trancura					
En Pucón	SI	31	20	1984-2002	70
Antes río Llafenco (*)	SI	9	4	1983	1
En Curarrehue (*)	SI	13	7	1983	1
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas			NO

Toltén

36.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Toltén				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos			NO
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos			NO
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados			SI

(*) Estaciones de monitoreo suspendidas

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 Toltén, 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 Toltén se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro ($< 1 \text{ mg/l}$), molibdeno ($< 0.01 \text{ mg/l}$), níquel ($< 10 \text{ } \mu\text{g/l}$), selenio ($< 1 \text{ } \mu\text{g/l}$), cadmio ($< 10 \text{ } \mu\text{g/l}$) y plomo ($< 0.01 \text{ mg/l}$). 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 Toltén, se incluye en el anexo 3.2 de tipo digital.

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Analisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Allipén

- Allipén en Melipeuco

Se ubica en el río Allipén, cerca de la ciudad de Melipeuco.

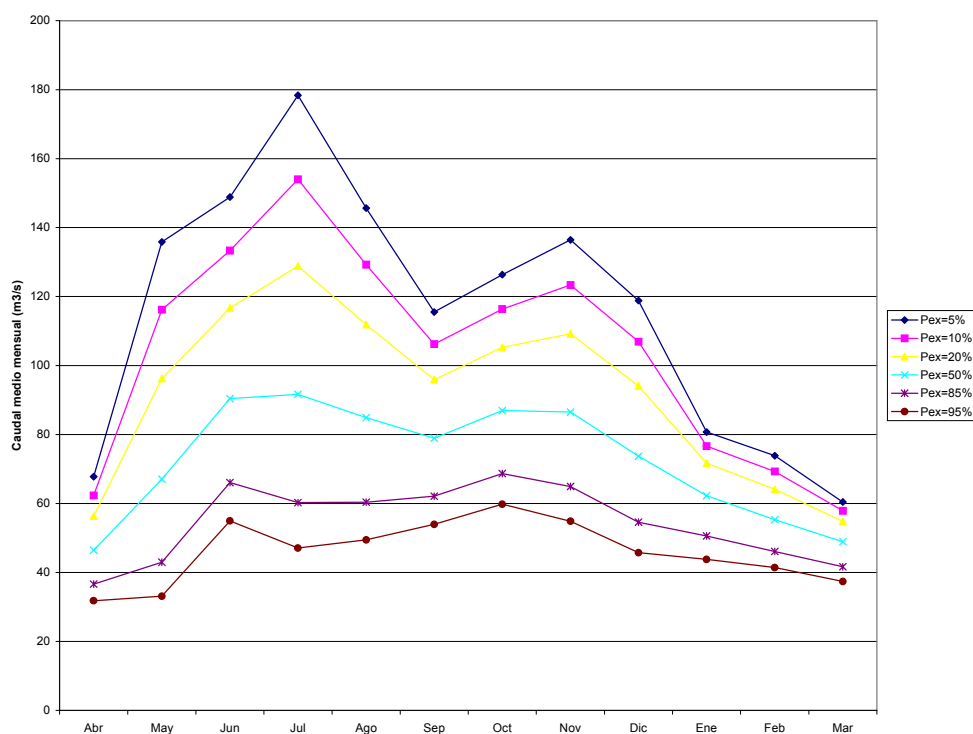
En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación presenta un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en invierno, producto de aportes pluviales, y con escurrimientos importantes, pero menores, en primavera, producto de deshielos cordilleranos.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, debido a lluvias invernales, y en menor medida entre octubre y diciembre, producto de los deshielos. Los menores caudales se presentan entre febrero y abril.

En años secos los caudales se presentan de manera más uniforme a lo largo del año, sin mostrar variaciones importantes. Los menores se presentan entre marzo y mayo.

Tabla 4.1: Río Allipén en Melipeuco (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	67.79	135.82	148.89	178.37	145.66	115.52	126.38	136.41	118.82	80.72	73.86	60.46
10	62.35	116.22	133.36	153.98	129.28	106.20	116.36	123.36	106.94	76.63	69.29	57.91
20	56.35	96.23	116.71	128.86	111.89	95.92	105.28	109.21	94.12	71.69	64.13	54.82
50	46.45	67.06	90.43	91.65	84.88	78.94	86.94	86.51	73.73	62.24	55.31	48.92
85	36.60	42.99	66.05	60.25	60.40	62.11	68.69	64.93	54.58	50.60	46.09	41.66
95	31.82	33.11	54.93	47.09	49.46	53.95	59.81	54.86	45.75	43.77	41.42	37.39
Dist	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L2	N	L2	N

**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Allipén en Melipeuco**

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

Toltén

40.

- Río Curaco en Colico

Esta estación se ubica en el río Curaco, a 250 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación presenta un régimen pluvio – nival, pero con mayor carácter pluvial que en el caso de la estación anterior. Los mayores caudales se observan en los meses de invierno, mientras que en primavera se observan caudales de menor magnitud.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio debido a importantes lluvias invernales. Hacia la primavera éstos disminuyen de manera gradual, debido a la existencia de una leve influencia nival, para finalmente caer entre los meses de enero y marzo.

En años secos los mayores caudales se producen por aportes pluviales, entre junio y agosto. Los menores se observan entre diciembre y mayo.

Tabla 4.2: Río Curaco en Colico (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	43.42	129.05	165.05	166.47	110.00	100.54	81.92	65.09	63.98	25.22	16.39	13.27
10	35.79	107.14	151.22	152.10	100.47	90.39	72.19	56.42	54.63	22.92	14.63	11.90
20	27.76	83.97	134.45	134.70	90.04	79.45	61.77	47.38	44.55	20.26	12.75	10.42
50	15.86	49.26	102.42	101.44	73.01	62.09	45.41	33.72	28.78	15.57	9.81	8.09
85	6.70	21.85	62.96	60.48	56.40	45.83	30.32	21.59	15.18	10.40	7.10	5.92
95	3.59	12.22	39.78	36.42	48.46	38.35	23.47	16.08	9.76	7.65	5.87	4.93
Dist	G2	L2	N	L3	L2	L2	L3	G	G2	L3	L2	L2

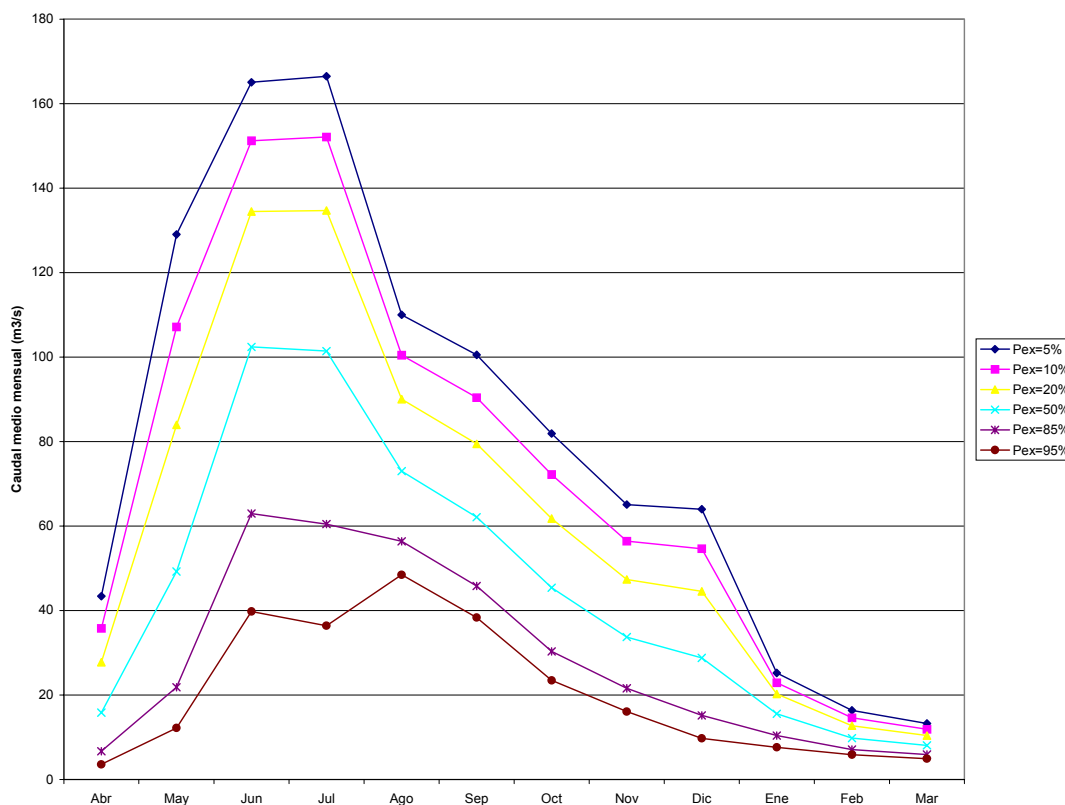


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Curaco en Colico

- Río Allipén en los Laureles

Esta estación se ubica en el río Allipén, poco antes de la junta del río Curaco, a 190 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 es posible observar un régimen similar al de la estación anterior, de carácter pluvio – nival. Los mayores caudales ocurren en los meses de invierno, sin embargo es posible advertir cierta influencia nival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto, producto de importantes lluvias invernales. Entre los meses de octubre y diciembre se observa una leve influencia nival, debido a que los caudales se mantienen en valores considerables, para luego caer durante los meses de verano.

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

Tabla 4.3: Río Allipén en los Laureles (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	125.14	311.02	366.23	421.74	361.10	289.29	223.55	208.99	204.39	137.04	112.77	104.48
10	114.12	260.84	323.43	361.91	302.04	250.13	204.39	191.22	179.32	125.13	104.27	96.13
20	101.87	210.78	277.59	300.70	247.89	212.30	183.36	170.62	153.19	111.82	94.64	86.91
50	81.42	140.27	205.50	211.02	180.95	161.64	149.00	135.12	113.72	89.44	78.10	71.67
85	60.80	84.93	138.86	136.42	137.75	124.77	115.40	98.65	78.66	66.60	60.70	56.52
95	50.65	63.26	108.54	105.59	123.64	111.29	99.32	80.74	62.75	55.24	51.80	49.16
Dist	L3	L2	L3	L2	L3	L3	L2	G2	G	L3	L3	L2

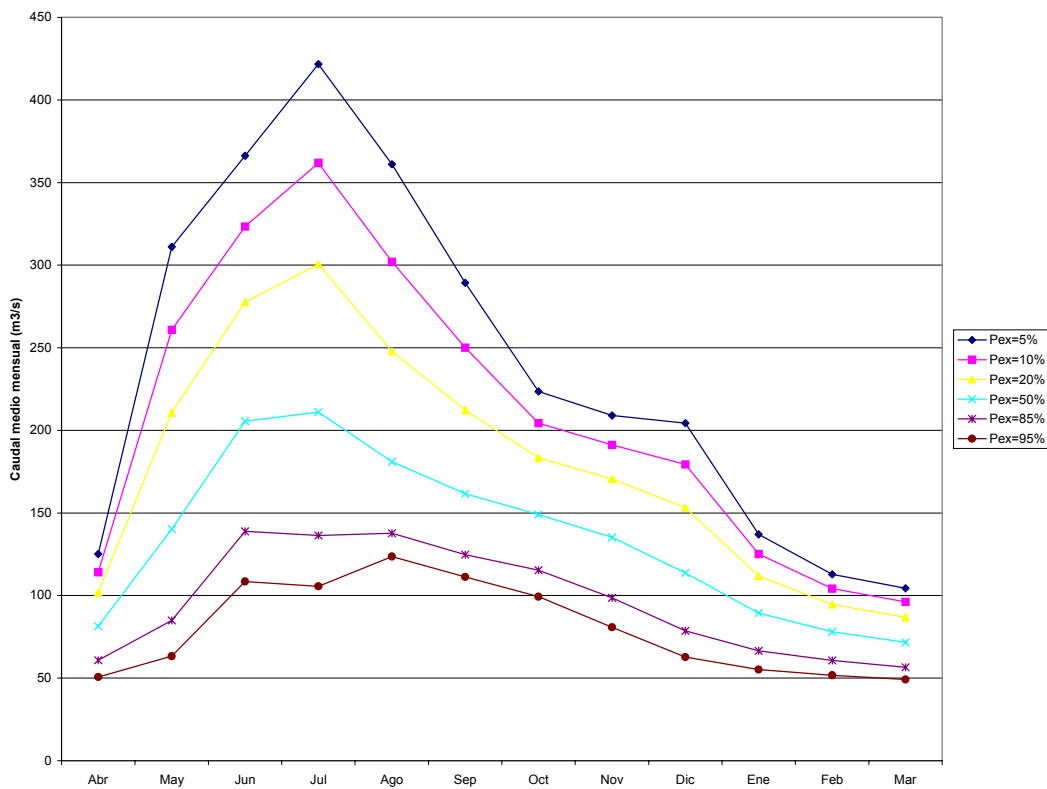


Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Allipén en los Laureles

b) Subcuenca del Trancura

• Río Trancura en Curarrehue

Esta estación se ubica en el río Pucón o Trancura, a 400 m s.n.m.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se observa que esta estación presenta un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en los meses de invierno, y en menor medida en los meses de primavera.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. Hacia los meses de primavera los caudales disminuyen gradualmente, manteniendo valores considerables, producto de la leve influencia nival, para finalmente caer durante los meses de enero a marzo.

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

Tabla 4.4: Río Trancura en Curarrehue (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	38.63	99.60	102.12	97.85	68.55	60.72	59.94	48.40	47.88	27.52	19.61	14.85
10	28.76	78.39	85.95	85.65	61.03	54.87	53.16	44.88	41.29	23.73	17.13	12.74
20	20.47	58.64	71.93	72.20	53.02	48.54	46.08	40.62	34.42	19.84	14.55	10.73
50	11.50	33.68	51.16	50.41	40.52	38.40	35.40	32.48	24.05	14.09	10.65	8.11
85	6.77	17.01	33.63	30.25	29.10	28.78	25.91	22.45	14.83	9.24	7.25	6.27
95	5.49	11.39	26.29	21.50	23.95	24.29	21.61	16.56	10.65	7.21	5.78	5.62
Dist	L3	L2	L2	G2	L2	L2	G	N	G	L2	L3	L3

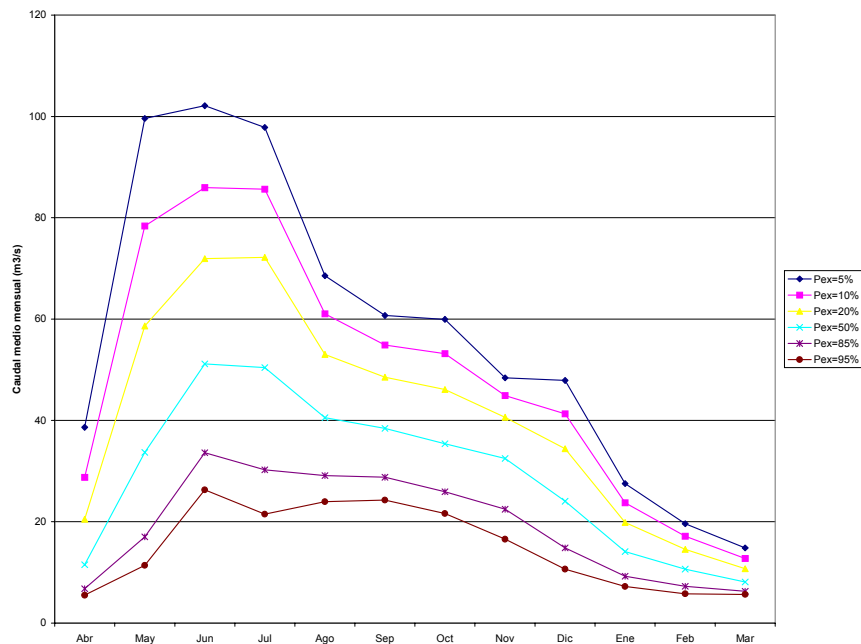


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río Trancura en Curarrehue

- Río Trancura antes río Llafenco

Esta estación se encuentra en el río Pucón o Trancura, poco antes de la junta del río Llafenco, tal como lo indica su nombre, a 386 m s.n.m.

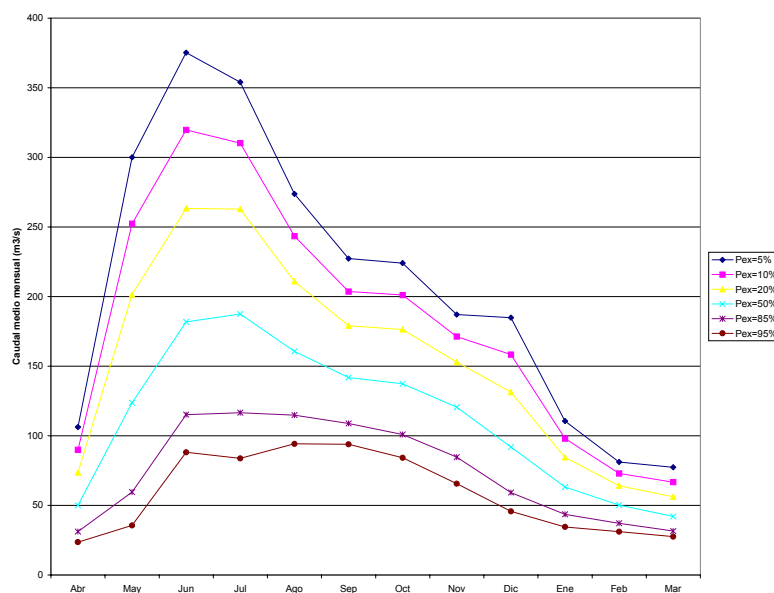
En la tabla 4.5 y figura 4.5 es posible observar que esta estación muestra un régimen similar al de la estación anterior, de carácter pluvio – nival, con sus mayores caudales en los meses de invierno, y en menor medida en los meses de primavera.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. En primavera se observan caudales de consideración, producto de una leve influencia nival, mientras que los menores ocurren entre enero y abril.

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

Tabla 4.5: Río Trancura antes río Llafenco (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	106.20	300.04	375.22	354.04	273.75	227.26	224.00	187.11	184.78	110.55	81.08	77.36
10	89.92	252.32	319.72	310.17	243.33	203.65	201.04	171.27	158.34	97.98	72.94	66.64
20	73.52	201.41	263.37	262.83	210.97	179.03	176.37	152.97	131.33	84.50	64.17	56.20
50	50.02	123.63	181.81	187.46	160.61	141.84	137.32	120.50	91.86	63.24	50.23	42.02
85	31.13	59.55	115.19	116.51	114.79	108.81	100.89	84.67	59.14	43.50	37.15	31.49
95	23.56	35.64	88.10	83.70	94.23	93.83	84.18	65.55	45.67	34.48	31.12	27.57
Dist	L2	G2	L2	L3	L2	L2	L3	L3	L3	L3	L2	L3

**Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Trancura antes río Llafenco**

- Río Liucura en Liucura

Esta estación se ubica en el río Liucura, poco antes de la junta del río Caburga, a 402 m s.n.m.

En la tabla 4.6 y figura 4.6 se puede observar que esta estación muestra un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en los meses de invierno y en menor medida en los meses de primavera.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales, mientras que en primavera se observan escurrimientos de consideración, producto de los deshielos. Los menores caudales se presentan entre enero y marzo.

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

Tabla 4.6: Río Liucura en Liucura (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	39.50	93.45	100.25	105.44	75.24	60.90	61.54	55.19	44.60	29.60	19.59	19.02
10	29.34	78.26	86.71	90.47	67.44	55.06	55.64	48.45	38.58	25.50	17.32	15.84
20	20.89	62.42	72.73	75.15	59.06	48.98	48.90	41.38	32.31	21.23	14.94	12.91
50	11.87	38.50	51.97	52.70	45.83	39.79	37.46	30.61	22.85	14.79	11.36	9.27
85	7.21	17.26	34.36	34.05	33.54	31.63	26.00	21.12	14.44	9.06	8.17	6.91
95	5.97	7.62	26.95	26.34	27.92	27.92	20.55	16.98	10.62	6.46	6.73	6.13
Dist	L3	G	L2	L2	L2	G	G2	L2	L3	G	G	L3

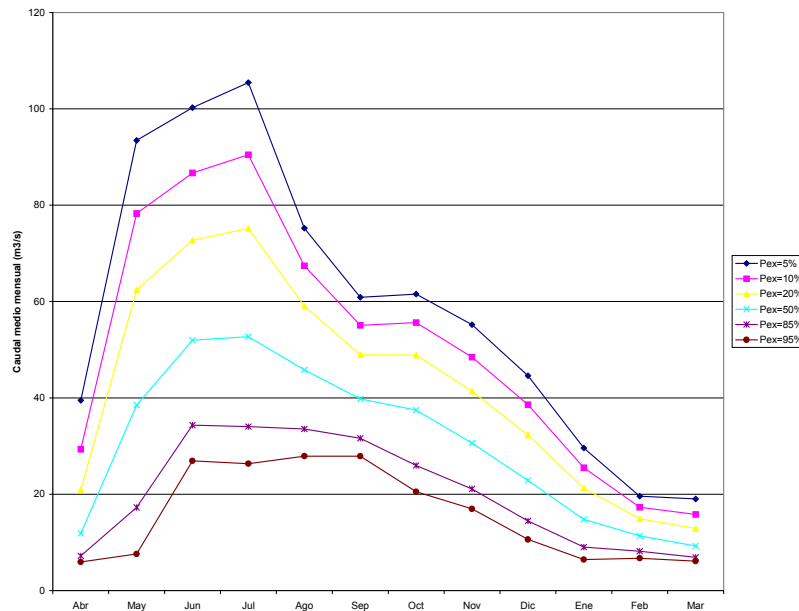


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Liucura en Liucura

- c) Subcuenca del Toltén
- Río Toltén en Villarrica

Esta estación se ubica en el río Toltén, inmediatamente aguas abajo del desagüe del lago Villarrica en el río, a 250 m s.n.m.

En la tabla 4.7 y figura 4.7 es posible observar que esta estación presenta un régimen pluvial, con sus mayores caudales durante los meses de invierno y los menores durante el verano.

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

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

Tabla 4.7: Río Toltén en Villarrica (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	225.64	471.06	716.38	716.26	639.48	582.81	442.84	423.14	370.74	275.83	208.66	180.58
10	194.02	398.07	616.69	643.23	568.60	508.71	410.58	387.16	335.93	246.52	190.98	163.81
20	163.65	324.64	513.82	560.38	494.70	436.57	373.75	346.55	296.00	215.97	171.55	146.34
50	123.36	219.86	361.13	421.08	383.09	338.76	309.65	277.12	228.03	169.83	139.75	119.94
85	94.43	136.04	231.62	283.86	283.95	266.25	240.85	204.54	159.68	128.84	108.56	96.50
95	83.99	102.61	177.13	219.68	238.96	239.30	205.05	167.67	126.96	110.24	93.60	85.86
Dist	L3	L2	L3	G2	G	L3	L3	L3	G2	G	L2	G

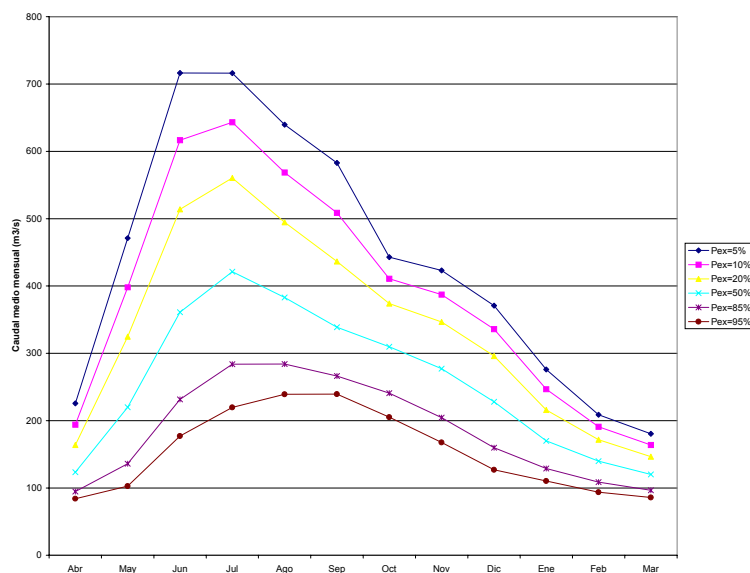


Figura 4.7: Curva de Variación Estacional Río Toltén en Villarrica

Toltén

48.

- Río Puyehue en Quitratue

Esta estación se ubica en el río Puyehue, poco antes de su junta con el río Donguil, a 90 m s.n.m.

En la tabla 4.8 y figura 4.8 se puede observar que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en invierno y menores en primavera y verano.

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

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

Tabla 4.8: Río Puyehue en Quitratue (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	5.55	22.12	31.61	32.72	26.84	20.49	11.85	7.71	4.96	3.04	2.31	2.47
10	4.29	17.10	26.79	29.01	23.31	17.70	10.30	6.55	4.27	2.62	1.97	2.08
20	3.13	12.45	21.84	24.82	19.65	14.82	8.67	5.37	3.55	2.18	1.61	1.68
50	1.72	6.65	14.55	17.67	14.17	10.55	6.21	3.68	2.45	1.51	1.07	1.07
85	0.82	2.83	8.44	10.22	9.48	6.95	4.03	2.31	1.48	0.92	0.59	0.52
95	0.53	1.56	5.90	6.44	7.48	5.43	3.04	1.76	1.04	0.65	0.38	0.28
Dist	L2	L3	L3	L3	L2	L2	L3	L2	G	G	G	G

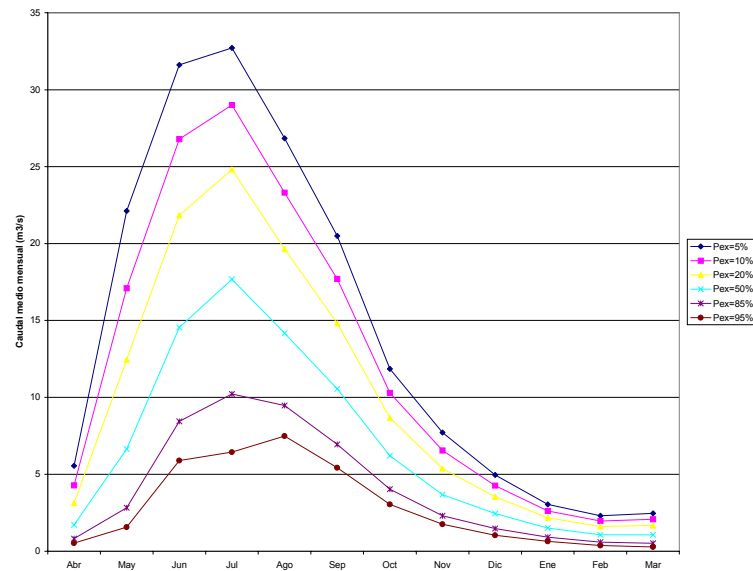


Figura 4.8: Curva de Variación Estacional Río Puyehue en Quintratue

- Río Donguil en Gorbea

Se ubica en el río Donguil, poco antes de la ciudad de Gorbea, a 85 m s.n.m.

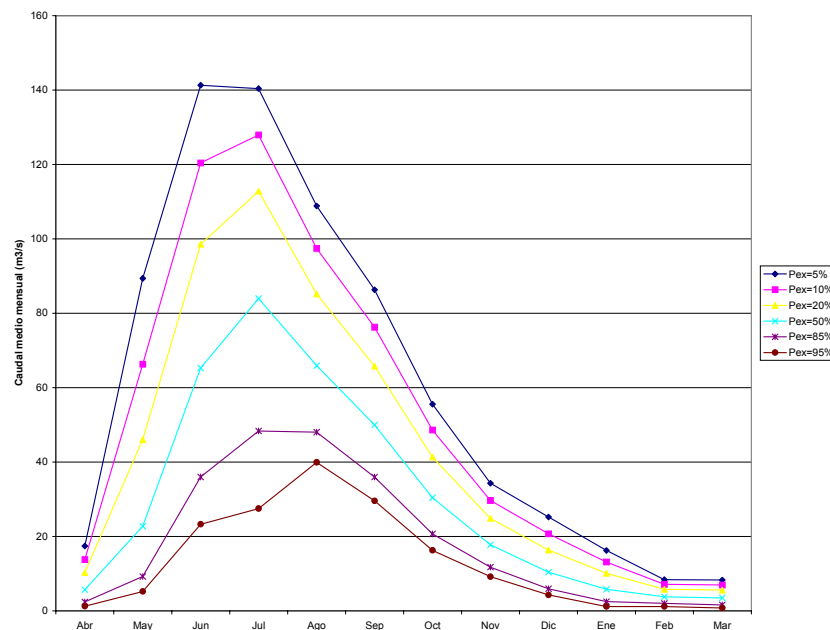
En la tabla 4.9 y figura 4.9 se observa que esta estación muestra un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno y bajos escurrimientos en primavera y verano.

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

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

Tabla 4.9: Río Donguil en Gorbea (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	17.42	89.37	141.30	140.39	108.85	86.27	55.55	34.30	25.22	16.21	8.38	8.26
10	13.78	66.26	120.41	127.92	97.43	76.24	48.60	29.66	20.72	13.13	7.10	6.93
20	10.29	46.03	98.52	112.81	85.18	65.78	41.35	24.87	16.33	10.07	5.77	5.55
50	5.68	22.73	65.24	83.93	65.90	49.97	30.40	17.76	10.37	5.79	3.76	3.46
85	2.40	9.20	35.98	48.36	48.04	35.94	20.68	11.73	5.92	2.46	1.98	1.61
95	1.22	5.21	23.27	27.47	39.89	29.57	16.27	9.19	4.26	1.17	1.17	0.76
Dist	L3	L3	L3	N	L2	G	G	L2	L2	L3	G	G

**Figura 4.9: Curva de Variación Estacional Río Donguil en Gorbea**

- Río Mahuidanche en Santa Ana

Esta estación se ubica en el río Mahuidanche, en su paso frente al poblado de Santa Ana, a 50 m s.n.m.

En la tabla 4.10 y figura 4.10 se observa que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en el período invernal y los menores en primavera y verano.

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

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

Tabla 4.10: Río Mahuidanche en Santa Ana (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	13.11	48.02	67.33	82.14	50.70	40.30	31.28	25.27	15.96	8.85	6.08	4.89
10	10.82	37.25	57.75	71.60	45.63	35.81	27.13	20.30	13.67	7.97	5.62	4.64
20	8.57	27.35	47.76	60.06	40.34	31.13	22.83	15.80	11.32	7.02	5.09	4.35
50	5.49	15.06	32.67	41.25	32.36	24.05	16.42	10.36	7.90	5.50	4.17	3.79
85	3.17	7.07	19.27	22.93	25.27	17.77	10.94	6.95	5.07	4.08	3.17	3.09
95	2.30	4.44	13.18	14.19	22.05	14.92	8.62	5.87	3.91	3.42	2.65	2.68
Dist	L2	L3	G	L3	G	G	L3	L3	L2	L2	L3	N

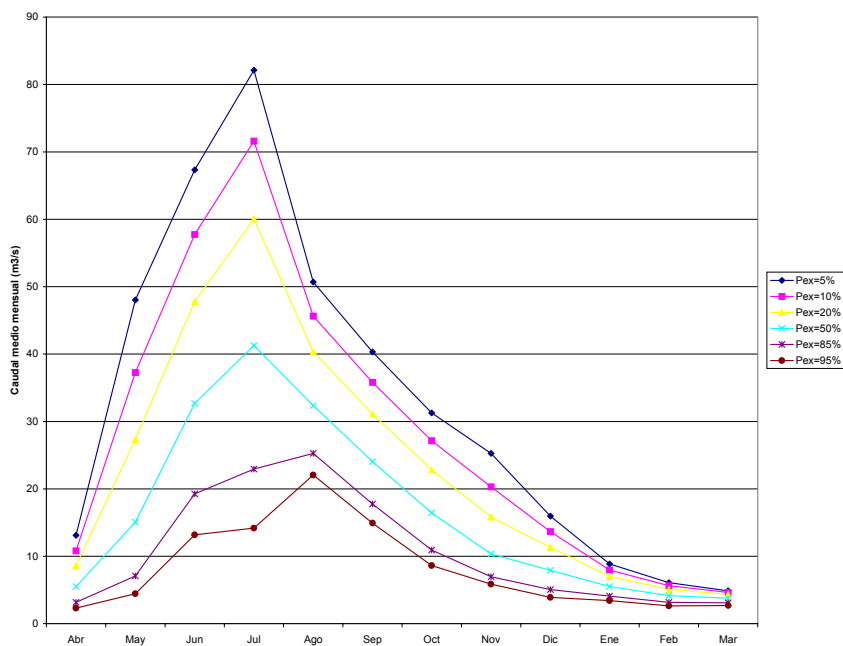


Figura 4.10: Curva de Variación Estacional Río Mahuidanche en Santa Ana

Toltén

52.

- Río Toltén en Teodoro Schmidt

Esta estación se ubica en la parte baja del río Toltén, cerca de la ciudad de Teodoro Schmidt, a 40 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 meses de invierno, producto de aportes pluviales. Los menores escurrimientos se observan en el período estival.

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

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

Tabla 4.11: Río Toltén en Teodoro Schmidt (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	396.30	1083.12	1513.16	1910.23	1423.96	1114.63	944.69	812.01	670.57	448.15	313.76	240.44
10	343.91	922.69	1329.11	1708.17	1289.43	1025.61	865.35	720.64	584.06	414.13	294.44	231.11
20	293.52	755.43	1135.90	1480.26	1143.38	927.25	775.49	625.39	494.08	375.33	272.61	219.82
50	226.42	502.82	841.31	1091.21	908.69	764.74	621.15	481.53	358.86	307.94	235.30	198.23
85	178.03	278.41	581.25	685.36	684.73	603.17	458.65	353.74	242.04	235.82	196.29	171.63
95	160.49	176.59	467.77	479.53	579.88	524.68	375.55	295.75	192.05	198.39	176.47	156.01
Dist	L3	G	L2	L3	L2	L2	L3	G	L2	L3	G	N

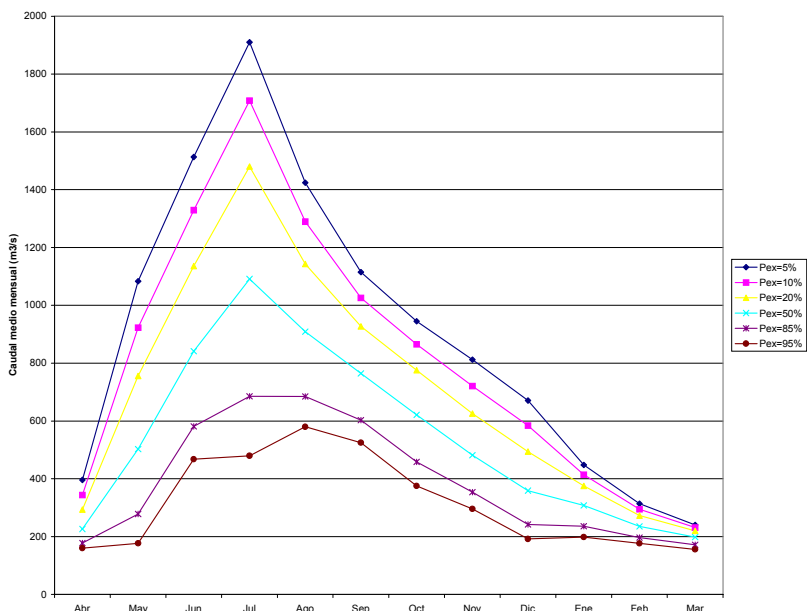


Figura 4.11: Curva de Variación Estacional Río Toltén en Teodoro Schmidt

4.1.2 Conclusiones

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

a) Subcuenca del Allipén

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Allipén, desde su nacimiento en la confluencia de los ríos Trifultriful con el Zahuelhue, hasta su junta con el río Toltén, incluyendo al río Curaco. Se observa en esta subcuenca un régimen pluvio – nival, donde la influencia nival va perdiendo importancia conforme se baja en esta subcuenca. Los mayores caudales se observan en los meses de invierno y los menores en el verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y julio, producto de lluvias invernales, y en menor medida entre octubre y diciembre, producto de una leve influencia nival. En años normales y secos los mayores caudales también se deben a aportes pluviales, presentándose entre junio y agosto.

Toltén

54.

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

b) Subcuenca del Trancura

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Pucón o Trancura, desde su nacimiento en las cabeceras en la vertiente occidental del cordón limítrofe hasta su desembocadura en el lago Villarrica, incluyendo el río Liucura. En esta subcuenca se observa un régimen pluvio – nival, con sus mayores caudales en invierno, producto de lluvias invernales, y en menor medida en primavera, producto de una leve influencia nival.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de aportes pluviales. Sin embargo, los caudales provenientes de aportes nivales, observados entre octubre y diciembre, también presentan valores de importancia. En años normales y secos la influencia pluvial sigue siendo mayor que la nival, observándose los 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.

c) Subcuenca del Toltén

Corresponde al área drenada por el río Toltén, desde su nacimiento en el lago Villarrica hasta su desembocadura en el océano Pacífico, incluyendo los ríos Donguil y Mahuidanche. En esta subcuenca se observa un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno, producto de importantes aportes pluviales, y con sus menores escurrimientos en los meses de verano.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de lluvias invernales. En años normales y secos los mayores caudales también se observan en invierno, 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 Toltén.

Tabla 4.12: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Toltén

Nº	Subcuenca	Período Estiaje
1	Allipén	Febero – Marzo – Abril
2	Trancura	Enero – Febero – Marzo
3	Toltén	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 4.13 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 4.13: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Toltén

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	25.0	150.0	<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	5.9	15.7	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	4.0	9.6	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	5.8	20.0	<2.4	Si
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	1.8	9.6	<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	9.1	<120	No
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0.04	No

Tabla 4.13 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Toltén

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
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	90	<7.2	Si
Cromo total	µg/L	<10	210	<8	Si
Hierro	mg/L	0.01	3.90	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	<0.01	0.18	<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	<0.01	0.08	<0.096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0.01	2.2	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	<0.001	0.019	<0.04	No
Cadmio	µg/L	<10	<10	<1.8	No
Estaño	µg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	<1	4	<0.04	Si
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
MICROBIOLOGICOS					
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

- Parámetros Obligatorios
 - Conductividad Eléctrica
 - DBO₅
 - Oxígeno Disuelto
 - pH
 - Sólidos Suspendidos
 - Coliformes Fecales

Toltén

58.

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

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

- Color Aparente
- Coliformes Totales

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

No es posible realizar un análisis para los parámetros: boro, molibdeno, cadmio y plomo, ya que su valor corresponde al límite de detección (LD) analítico que es superior al valor de la clase 0.

4.2.2 Análisis de tendencia central

La tendencia central se expresa a través de la media móvil, filtro lineal destinado a eliminar variaciones estacionales. En la 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 Toltén: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso, aluminio y mercurio.

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

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.14.

Tabla 4.14: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
Conductividad Eléctrica:
<p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante, con una tendencia central plana, desde 1991, en un valor aproximado a 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la estación Los Laureles se observa, en la misma serie de tiempo que en la estación anterior, un comportamiento constante con una tendencia central plana en un valor de 85 $\mu\text{S}/\text{cm}$.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo de dieciocho años se observa un comportamiento constante. Con una tendencia central plana en 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante con una tendencia central plana en 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante, con una tendencia central plana en 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la estación Toltén en Longitudinal, en una serie de tiempo de catorce años, se observa un comportamiento constante a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la estación Toltén en Teodoro Schmit, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante a lo largo de toda la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$.</p>
Oxígeno Disuelto:
<p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango de 1,0 mg/l, la tendencia central es plana en un valor aproximado de 10,5 mg/L. En la estación Los Laureles, el comportamiento es similar al anterior en un valor que oscila en un rango de 0,5 mg/L durante toda la serie de tiempo con una tendencia central plana de 10,5 mg/L.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo de dieciséis años se observa un comportamiento constante a lo largo de toda la serie de tiempo. Con una tendencia central plana en 10,5 mg/L.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento que varía en un rango de 1,0 mg/L a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor cercano de 11,0 mg/L.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciséis años, se observa un comportamiento constante en un rango de 1,0 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 10,0 mg/L. En la estación Toltén en Longitudinal, en una serie de tiempo de diez años, se observa un comportamiento que varía en un rango aproximado de 0,5 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana de 10,5 mg/L. En la estación Teodoro Schmit el comportamiento es similar a la estación anterior, en una serie de tiempo ampliada a dieciséis años, con una tendencia central plana en 10,5 mg/L.</p>

Tabla 4.14 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
<p>pH:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento que oscila en un rango de 0,2 unidades a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 7,2 unidades. En la estación Allipén en Los Laureles, en la misma serie de tiempo de la estación anterior, el comportamiento oscila en un rango de 0,2 unidades, con una tendencia central plana en un valor de 7,1.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en un serie de tiempo de dieciocho años, se observa dos comportamientos, el primero desde 1983 hasta 1993 con un comportamiento disímil (creciente y decreciente), y el segundo es constante alrededor de un valor hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central plana, desde 1993, en un valor de 6,8.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón en una serie de tiempo de dieciocho años se observa un comportamiento decreciente en la primera parte de la serie de tiempo, luego permanece constante y desde 1998 se observa un incremento hasta el termino de la serie de tiempo, todo lo anterior en un rango de 0,3 aproximadamente. Con una tendencia central en un valor de 7,1.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación río Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa dos comportamientos, el primero desde 1984 hasta 1990 disímil y el segundo que varía en un rango de 0,2 hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2002, con una tendencia central en un valor de 7,3. En la estación Toltén en Longitudinal, en una serie de tiempo de catorce años, se observa un comportamiento constante hasta el termino de la serie de tiempo en 1996, con una tendencia central plana en un valor de 7,0. En la estación Teodoro Schmit, en una serie de tiempo de dieciocho años entre 1984 a 2002, se observa desde 1990 en adelante un comportamiento que oscila en un rango de 0,2, con una tendencia central plana en un valor de 7,1.</p>
<p>RAS:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo de dieciocho años entre 1984 al 2002, se observa un comportamiento disímil hasta 1988 y hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, permanece constante en un valor, con una tendencia central plana en 13,5. En la estación Allipén en Los Laureles, en la misma serie de tiempo de la estación anterior, se observa dos comportamientos desde 1983 hasta 1992 es disímil y el segundo es constante en un valor, hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central plana en un valor de 14,5.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo desde 1983 a 2001, se observa dos comportamientos el primero desde el inicio a 1991 es disímil y el segundo constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 9,5.</p> <p><u>Río Trancura :</u> En la estación río Trancura en Pucón en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa dos comportamientos el primero desde 1984 hasta 1990 creciente y el segundo, constante en un valor hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2002 , la tendencia central es plana en un valor de 10,0.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciséis años entre 1985 al 2001, se observa un comportamiento creciente hasta 1987 y luego constante en un valor a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 10,0. En la estación Toltén en Longitudinal, en una serie de tiempo de catorce años, se observa</p>

Tabla 4.14 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
<p>dos comportamientos el primero disímil hasta 1989 y luego constante en un valor a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana, desde 1989, en un valor de 14,0. En la estación Teodoro Schmit el comportamiento es similar a la estación anterior, en una serie de tiempo ampliada a dieciocho años, un comportamiento disímil los primeros ocho años y luego constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central plana en 10,5.</p>
Cobre:
<p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento, desde 1996 hasta 1989, que decrece en 5 µg/L, luego aumenta en 2,0 µg/L hasta 1990 y disminuye en 1,0 µg/L hasta 1992 para aumentar desde 1992 a 1994 en 3,0 µg/L y finalmente decrecer en 3,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación río Allipén en Los Laureles en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante en un valor desde 1983 a 1989, luego incrementa en 5,0 µg/L hasta 1993 para finalmente decrecer en 2,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento constante desde 1983 hasta 1991, presentando un peak de aumento de 2,0 µg/L entre los años 1991 a 1993 y luego permanecer constante en un valor de 11,0 µg/L, hasta el término de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa dos comportamientos el primero desde 1984 hasta 1994 disímil (decreciente-creciente), luego decrece uniformemente en 2,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo hasta un valor de 12,0 µg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa dos comportamientos el primero, desde 1984 hasta 1994, disímil y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, decreciente en un rango de 2,0 µg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Toltén en Longitudinal, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero disímil hasta 1980 y luego constante en un rango de 1,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana, desde 1980, con un valor de 13,0 µg/L. En la estación Teodoro Schmit se observa dos comportamientos el primero, desde 1984 hasta 1994, disímil y el segundo decreciente en un rango de 3,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p>
Cromo total:
<p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo que va desde 1985 al 2001, se observa un comportamiento decreciente en un rango de 5 µg/L a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 12,0 µg/L. En la estación Allipén en Los Laureles en una serie de tiempo desde 1995 a 2001 se observa un comportamiento disímil con un incremento de 10 µg/L a lo largo de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo de seis años que va desde 1995 hasta 2001, se observa un comportamiento disímil con un incremento de 15 µg/L a lo largo de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p>

Tabla 4.14 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
<p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento disímil con un incremento de 5 µg/L a lo largo de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de seis años, se observa dos comportamientos el primero, desde 1995 hasta 1997, creciente en 12,0 µg/L y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2001, decreciente en un rango de 10,0 µg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Toltén en Longitudinal no es posible el análisis a largo plazo, porque los registros corresponden a valores en límite de detección analítico. En la estación Teodoro Schmit se observa dos comportamientos el primero, desde 1995 hasta 1998, disímil con un incremento en 35,0 µg/L. y el segundo decreciente en un rango de 15,0 µg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2001. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p>
<p>Hierro:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo de dieciocho años entre 1984-2002, se observa dos comportamientos el primero, 1984 a 1988, disímil con un incremento de 0,25 mg/L, y el segundo constante en un valor hasta el termino de la serie de termino, con una tendencia central plana en un valor de 0,3 mg/L. En la estación Allipén en Los Laureles en una serie de tiempo de dieciocho años desde 1983 a 2001, se observa dos comportamientos el primero, entre 1983 a 1987, disímil con un incremento de 0,3 mg/L aprox., y el segundo constante en un valor hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,4 mg/L.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo de dieciocho años desde 1983 hasta 2001, se observa un comportamiento disímil con un incremento de 0,25 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de dieciocho desde 1984 hasta 2002, se observa un comportamiento disímil con un incremento de 0,2 mg/L a lo largo de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de dieciocho años, se observa un comportamiento creciente en un rango de 0,06 mg/L a lo largo de la serie de tiempo en el año 2002. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Toltén en Longitudinal en una serie de tiempo doce años entre 1984 a 1996, se observa un comportamiento creciente en un rango de 0,3 mg/L apróx. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Teodoro Schmit en una serie de tiempo de dieciocho años se observa dos comportamientos el primero, desde 1984 hasta 1992, creciente en 0,5 mg/L, y el segundo decreciente en 0,2 mg/L a lo largo de la serie de tiempo desde 1992 hasta su termino en el año 2002, con un valor de 0,4 mg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p>
<p>Manganeso:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo entre 1995-2001, se observa un comportamiento creciente a lo largo de la serie de tiempo y constante entre periodos, siendo el último período entre 2000-2001 con una tendencia central plana en un valor de 0,015 mg/L. En la estación Allipén en Los Laureles en una serie de tiempo de seis años, entre 1995 al 2001, se observa el mismo comportamiento de la estación anterior.</p>

Tabla 4.14 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
<p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie desde 1995 hasta 2001, se observa un comportamiento disímil con un incremento de 0,015 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de dieciocho desde 1984 hasta 2002, se observa un comportamiento creciente en 0,005 mg/L a lo largo de la serie de tiempo y constante entre periodos, siendo el último periodo entre 2000-2001 con una tendencia central plana en un valor de 0,015 mg/L.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento decreciente a partir de mediados del año 1995 en un rango de 0,005 mg/L a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,012 mg/L. En la estación Toltén en Longitudinal no es posible el análisis a largo plazo, los registros corresponden a valores en límite de detección analítico. En la estación Teodoro Schmit en una serie de tiempo desde 1995 a 2001, se observa dos comportamientos el primero, desde 1995 hasta 1997 disímil, y el segundo constante en un rango de 0,005 mg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2001, con una tendencia central en un valor de 0,018 mg/L.</p>
<p>Aluminio:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo entre 1997-2001, se observa un comportamiento decreciente en 0,2 mg/L a lo largo de la serie de tiempo. En la estación Allipén en Los Laureles en una serie de tiempo de cuatro años, entre 1997 al 2001, se observa dos comportamientos, el primero, desde 1997 a 1998 decrece en 0,6 mg/L y luego levemente decreciente en un rango de 0,3 mg/L hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central en un valor de 0,7 mg/L.</p> <p><u>Río Donguil:</u> En la estación Donguil en Gorbea, en una serie de tiempo desde 1997 hasta 2001, se observa un comportamiento decreciente desde 1,9 a 0,6 mg/L.</p> <p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo desde 1997 hasta 2001, se observa un comportamiento constante a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,5 mg/L.</p> <p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo desde 1997 a 2001, se observa un comportamiento oscilante en torno a los 0,45 mg/L. En la estación Toltén en Longitudinal no es posible el análisis a largo plazo, los registros corresponden a valores en límite de detección analítico. En la estación Teodoro Schmit en una serie de tiempo desde 1997 a 2001, se observa un comportamiento decreciente en 0,05 mg/L, a lo largo de la serie de tiempo y constante entre los periodos 1997-1999 y 2000-2001, con una tendencia central en un valor de 0,45 mg/L.</p>
<p>Mercurio:</p> <p><u>Río Allipén:</u> En la estación Allipén en Melipeuco, en una serie de tiempo desde 1995 a 2002, se observa un incremento en 0,1 µg/L a lo largo de la serie de tiempo y constante en los periodos (1995-1999) y (2000-2001), con una tendencia central plana en un valor de 1,0 µg/L. En la estación Allipén en Los Laureles, no es posible el análisis a largo plazo, los registros corresponden a valores en límite de detección analítico.</p> <p><u>Río Donguil:</u> No es posible el análisis a largo plazo, en la estación Donguil en Gorbea los registros corresponden a valores en límite de detección analítico.</p>

Tabla 4.14 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO TOLTÉN
<p><u>Río Trancura:</u> En la estación río Trancura en Pucón, en una serie de tiempo de siete años desde 1995 hasta 2002, se observa un comportamiento creciente en 0,2 µg/L a lo largo de la serie de tiempo y constante en los periodos (1995-1998) y (1999-2002).</p>
<p><u>Río Toltén:</u> En la estación Toltén en Villarrica, en una serie de tiempo desde 1995 hasta 2002, se observa un comportamiento creciente en un rango de 1,0 µg/L a lo largo de la serie de tiempo hasta el año 2002 y constante en el periodo (1995-2000) en un valor de 1,0 µg/L. En las estaciones Toltén en Teodoro Schmit y Longitudinal no es posible el análisis a largo plazo, los registros corresponden a valores en límite de detección analítico.</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: Río Allipén en Los Laureles, Toltén en Villarrica, Toltén en Panamericana, Toltén en Teodoro Schmidt, Donguil en Gorbea, y río Trancura en la ciudad de Pucón.

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 4.15: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
0940AL20	Río Allipén en Los Laureles	Est. DGA vigente	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
0942TO10	Río Toltén en Villarrica	Est. DGA vigente	
0943TO10	Río Toltén en Panamericana	Est. DGA suspendida	
0943TO40	Río Toltén en Teodoro Schmidt	Est. DGA vigente	
0943DO20	Río Donguil en Gorbea	Est. DGA vigente	
0943PU20	Río Trancura en Pucón	Est. DGA 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 Toltén la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA

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

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

Para la cuenca del río Toltén, 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 4.16 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 4.16: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Toltén
Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	89,8	0	100,0	0	85,0	0	84,8	0
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	79,1	0	103,1	0	83,0	0	92,9	0
RIO DONGUIL EN GORBEA	34,6	0	45,2	0	35,9	0	41,2	0
RIO PUCON EN PUCON	63,0	0	72,7	0	60,9	0	70,0	0
RIO TOLTEN EN VILLARICA	68,4	0	59,6	0	61,7	0	63,8	0
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(60,4)	0	(74,3)	0	60,9	0	(68,7)	0
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	60,2	0	74,2	0	60,0	0	70,2	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	11,1	0	10,7	0	10,5	0	10,6	0
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	11,4	0	10,9	0	10,4	0	11,1	0
RIO DONGUIL EN GORBEA	11,5	0	10,3	0	11,3	0	10,1	0
RIO PUCON EN PUCON	11,5	0	11,2	0	11,6	0	10,6	0
RIO TOLTEN EN VILLARICA	10,7	0	9,6	0	11,0	0	9,8	0
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(10,9)	0	(9,9)	0	(11,3)	0	(9,5)	0
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	10,7	0	10,1	0	11,3	0	9,8	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	7,5	0	7,5	0	7,3	0	7,3	0
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	7,4	0	7,6	0	7,3	0	7,3	0
RIO DONGUIL EN GORBEA	6,9	0	7,2	0	6,8	0	7,1	0
RIO PUCON EN PUCON	7,4	0	7,3	0	7,1	0	7,4	0
RIO TOLTEN EN VILLARICA	7,5	0	7,5	0	7,5	0	7,6	0
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(6,9)	0	(7,2)	0	(7,0)	0	(6,9)	0
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	7,3	0	7,4	0	7,3	0	7,3	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	RAS							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	13,9	4	15,1	4	(12,8)	4	(12,9)	4
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	14,2	4	16,3	4	(13,9)	4	(14,4)	4
RIO DONGUIL EN GORBEA	9,4	4	(8,9)	4	(9,9)	4	(10,0)	4
RIO PUCON EN PUCON	10,6	4	10,4	4	(9,6)	4	(10,1)	4
RIO TOLTEN EN VILLARICA	10,8	4	9,7	4	(9,8)	4	(9,7)	4
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(11,4)	4	(11,4)	4	(11,4)	4	(11,7)	4
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	(9,1)	4	(11,0)	4	(11,0)	4	(11,1)	4

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO DONGUIL EN GORBEA	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO PUCON EN PUCON	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO TOLTEN EN VILLARICA	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(14)	2	(11)	2	<10	<2	(13)	2
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2

Tabla 4.16 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Toltén. Información DGA

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cromo ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	((<10))	<1	((<10))	<1	(12)	2	(11)	2
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	((28))	2	(12)	2	(30)	2	(17)	2
RIO DONGUIL EN GORBEA	((43))	2	12	2	(33)	2	(20)	2
RIO PUCON EN PUCON	((<10))	<1	((<10))	<1	(25)	2	(16)	2
RIO TOLTEN EN VILLARICA	(<10)	<1	(15)	2	(11)	2	(14)	2
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL					((<10))	<1	((<10))	<1
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	((43))	2	(<10)	<1	(45)	2	(19)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	0,48	0	0,27	0	0,19	0	0,26	0
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	0,83	1	0,25	0	0,35	0	0,25	0
RIO DONGUIL EN GORBEA	0,57	0	0,61	0	0,66	0	0,67	0
RIO PUCON EN PUCON	0,42	0	0,35	0	0,21	0	0,17	0
RIO TOLTEN EN VILLARICA	0,05	0	0,06	0	0,05	0	0,05	0
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	(1,08)	2	(0,17)	0	0,27	0	(0,22)	0
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	0,61	0	0,18	0	0,32	0	0,30	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	(0,03)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	(0,04)	1	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
RIO DONGUIL EN GORBEA	(0,04)	1	(0,07)	2	(0,03)	0	(0,04)	1
RIO PUCON EN PUCON	(0,03)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
RIO TOLTEN EN VILLARICA	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL			((<0,01))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	(0,02)	0	(0,02)	0	(0,02)	0	(<0,01)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	((0,33))	2	((0,36))	2	((0,48))	2	(0,46)	2
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	((0,87))	2	((0,89))	2	((0,70))	2	(0,41)	2
RIO DONGUIL EN GORBEA	((0,45))	2	((0,69))	2	((0,88))	2	(0,34)	2
RIO PUCON EN PUCON	((0,50))	2	((0,54))	2	((0,50))	2	((0,40))	2
RIO TOLTEN EN VILLARICA	(0,48)	2	(0,45)	2	(0,54)	2	(0,30)	2
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL								
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	((0,40))	2	((0,46))	2	((0,53))	2	(0,37)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Mercurio ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO ALLIPEN EN MELIPEUCO	((<1))	<4	(<1)	<4	(<1)	<4	(1,2)	4
RIO ALLIPEN EN LOS LAURELES	((<1))	<4	(<1)	<4	(<1)	<4	(<1)	<4
RIO DONGUIL EN GORBEA	((<1))	<4	(<1)	<4	(<1)	<4	(<1)	<4
RIO PUCON EN PUCON	((<1))	<4	(1,2)	4	(1,5)	4	(<1)	<4
RIO TOLTEN EN VILLARICA	((<1))	<4	(<1)	<4	(1,4)	4	(1,2)	4
RIO TOLTEN EN LONGITUDINAL	((<1))	<4			((<1))	<4	((<1))	<4
RIO TOLTEN EN TEODORO SCHMIDT	((<1))	<4	(<1)	<4	(<1)	<4	(<1)	<4

Durante el mes de octubre del presente año (primavera 2003), con el fin de completar la información existente de la cuenca y corroborar la asignación de clase propuesta, se llevó a cabo el Programa de Muestreo 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 Toltén.

**Tabla 4.17: Calidad de Agua Cuenca del río Toltén
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	1,0	0
Río Toltén en Villarrica	<1,0	0
Río Toltén en Panamericana	<1,0	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	2,6	1
Río Donguil en Gorbea	2,3	1
Río Trancura en Pucón	4,0	1

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<5,0	0
Río Toltén en Villarrica	<5,0	0
Río Toltén en Panamericana	<5,0	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<5,0	0
Río Donguil en Gorbea	25	2
Río Trancura en Pucón	<5,0	0

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	52	0
Río Toltén en Villarrica	30	0
Río Toltén en Panamericana	41	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	31	0
Río Donguil en Gorbea	16	0
Río Trancura en Pucón	37	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<10	0
Río Toltén en Villarrica	<10	0
Río Toltén en Panamericana	<10	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<10	0
Río Donguil en Gorbea	<10	0
Río Trancura en Pucón	<10	0

**Tabla 4.17 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Toltén
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<0,05	0
Río Toltén en Villarrica	<0,05	0
Río Toltén en Panamericana	<0,05	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<0,05	0
Río Donguil en Gorbea	<0,05	0
Río Trancura en Pucón	<0,05	0

Punto de Muestreo	Cianuro ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<5	≤ 1
Río Toltén en Villarrica	<5	≤ 1
Río Toltén en Panamericana	<5	≤ 1
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<5	≤ 1
Río Donguil en Gorbea	<5	≤ 1
Río Trancura en Pucón	<5	≤ 1

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<0,1	0
Río Toltén en Villarrica	<0,1	0
Río Toltén en Panamericana	<0,1	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<0,1	0
Río Donguil en Gorbea	<0,1	0
Río Trancura en Pucón	<0,1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<0,05	0
Río Toltén en Villarrica	<0,05	0
Río Toltén en Panamericana	<0,05	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<0,05	0
Río Donguil en Gorbea	<0,05	0
Río Trancura en Pucón	<0,05	0

**Tabla 4.17 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Toltén
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L) (*)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<0,5	-
Río Toltén en Villarrica	<0,5	-
Río Toltén en Panamericana	<0,5	-
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<0,5	-
Río Donguil en Gorbea	<0,5	-
Río Trancura en Pucón	<0,5	-

(*) Parámetro en límite analítico de detección y por sobre la clase 3.

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	<10	≤2
Río Toltén en Villarrica	<10	≤2
Río Toltén en Panamericana	<10	≤2
Río Toltén en Teodoro Schmidt	<10	≤2
Río Donguil en Gorbea	<10	≤2
Río Trancura en Pucón	<10	≤2

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	2,4x10 ³	3
Río Toltén en Villarrica	40	1
Río Toltén en Panamericana	3x10 ³	3
Río Toltén en Teodoro Schmidt	1,7x10 ³	2
Río Donguil en Gorbea	240	1
Río Trancura en Pucón	300	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Allipén en Los Laureles	270	1
Río Toltén en Villarrica	<20	0
Río Toltén en Panamericana	500	1
Río Toltén en Teodoro Schmidt	300	1
Río Donguil en Gorbea	80	0
Río Trancura en Pucón	40	0

Al realizarse el programa de muestreos, se verificó una inconsistencia en el Instructivo, respecto a los límites de la Clase de excepción y la metodología de análisis de ciertos parámetros de calidad. Esta inconsistencia 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 4.18 explica los factores incidentes en la cuenca del río Toltén.

Tabla 4.18: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Allipen en Melipeuco 0940-AL-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Descarga difusa de agua servida Contaminación difusa debido a ganadería	RAS, Cu, Cr, Al, Hg Posiblemente CF, CT, DBO ₅ , SS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología: Formaciones geológicas volcánicas derivadas del volcán Llaima (período terciario y cuaternario). Por el oriente existen formaciones geológicas intrusivas e hipoabisales y por el sur rocas sedimento volcánicas consistente en coladas, tobas y brechas con intercalación de lutitas, ignimbritas. ▪ Volcanismo: Volcán Llaima ▪ Hidrogeología: Acuífero dreña paralelo al río Allipen por basamento de depósitos no consolidados apartir de la unión del Turfultruful con el Zahuelhue. ▪ Geomorfología: Precordillera andina cruzadalongitudinalmente por quebradas y el valle transversal del río Allipén. ▪ Clima: Precipitación anual media 4000mm, Evapotranspiración real 500mm al año. ▪ Hidrología: Río Allipén nace del los ríos Truful-Truful (que nace de laguna Verde -Falda oriental del Llaima-) y Zahuelhue que proviene del oriente. ▪ Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Conguillío, Reserva Nacional China Muerta. ▪ Centros poblados: Melipeuco ▪ Cobertura vegetal: Bosque caducifolio Alto-andino de la Araucanía ▪ Ganadería: Bovina

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Allipén en los Laureles 0940-AL-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Aportes de aguas hidrotermales	Descarga puntual de centros poblados Contaminación difusa debido a ganadería	RAS, Cu, Cr, Fe, Mn, Al, Hg Posiblemente CF, CT, DBO ₅ , SS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología: Depósitos no consolidados o rellenos de origen glacial ▪ Volcanismo: Volcán Llama ▪ Geomorfología: Precordillera andina cruzada por valles de origen glacial. ▪ Hidrogeología: Termas de Molulco ▪ Centros poblados: Cunco (sin Pta de tratamiento), Lomacura, Las Hortensias y los Laureles ▪ Cobertura vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de bosque caducifolio mixto de la cordillera andina ▪ Ganadería: Bovina ▪ Agricultura: Cultivo de forrajes y cereales
Río Donguil en Gorbea 0943-DO-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Aportes de agua subterráneas	Descarga de aguas servidas de centros poblados Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa debido a ganadería	RAS, Cu, Cr, Mn, Al, Hg, pH Posiblemente CF, CT, DBO ₅ , SS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología: Formaciones de depósitos no consolidados o rellenos ▪ Hidrogeología: Acuífero de alta productividad (4 a 6 m³/h*m) ▪ Hidrología: El río nace de afloramiento de aguas subterráneas ▪ Geomorfología: Llano central con inclinación este-oeste ▪ Cobertura vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de bosque caducifolio del sur ▪ Centros poblados: Gorbea (sin pta de tratamiento), Lastarrias, Quitratué. ▪ Actividad ganadera: Bovina ▪ Agricultura: Cultivo de forrajes y cereales ▪ Silvicultura: Plantaciones forestales (pinus radiata y eucaliptus)

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Trancura en Pucón 0943-PU-20	<p>Conservación de recursos naturales</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas.</p> <p>Filtraciones subterráneas del lago Caburgua</p> <p>Escorrentías de aluminosilicatos</p>	<p>Descarga de aguas servidas de centros poblados</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p>	<p>RAS, Cu, Cr, Al, Hg, Posiblemente CF, CT, DBO₅, SS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centros poblados: San Pedro, Curarrehue, Caburgua, Playa Negra y Pucón (con pta de tratamiento para el 69,8%) ▪ Volcanismo: Volcán Villarrica, Quetrupillán y Lanin ▪ Clima: Precipitación media anual 2046 mm, evapotranspiración real 600 mm/año ▪ Termas: San Luis, Panguil, Menetué, Huife, Pangui, San Sebastián ▪ Cubierta vegetal: Bosque caducifolio mixto de la cordillera andina y bosque caducifolio alto-andino de la Araucanía ▪ Hidrología: Lago Caburgua, desagüe del lago. ▪ Geología: Formaciones geológicas combinadas volcano-sedimentarias, intrusivas e hipoabisales y rellenos no consolidados de origen glacial (morrenas) ▪ Hidrogeología: Acuífero de alta transmisividad hidráulica. ▪ Descarga de ESSAR ▪ Parque Nacional Huerquehue, Reserva Nacional Villarrica y Parque Nacional Villarrica ▪ Actividad ganadera: Boviana

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Toltén en Villarrica 0942-TO-10	Río Toltén, emisario del lago Villarrica Aportes de agua subterráneas. Estratificación de las aguas del lago Villarrica	Descarga de aguas servidas de centros poblados Contaminación difusa por ganadería Eutrofización Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Actividad turística (deportiva)	RAS, Cu, Cr, Al, Hg, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT, Aceites y Grasas, SS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología: Formaciones geológicas de rellenos o depósitos no consolidados de origen glacial (morrenas) ▪ Hidrogeología: Aportes de aguas subterráneas al lago Villarrica. ▪ Hidrología: Lago Villarrica, desagüe del lago ▪ Clima: Precipitación media anual 2230 mm, evapotranspiración real 600 mm/año ▪ Geomorfología: Lago Araucano ▪ Centros poblados: Villarrica (sin pta de tratamiento) ▪ Cobertura vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de bosque caducifolio del sur ▪ Agricultura: Forraje y cereales, además de silvicultura. ▪ Silvicultura: Cultivos de pinus radiata y eucaliptus ▪ Actividad ganadera: Bovina

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Toltén en longitudinal 0943-TO-10	Aportes de agua subterránea.	Descarga de aguas servidas de centros poblados Descarga difusa de agua servida Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes.	RAS, Cu, Cr, Fe, Al, Hg, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrogeología: Pozo DGA en Pitrufrquén con 3 m de nivel freático ▪ Hidrología: Aportes del río Allipén y lagos Colico y Huilipilun. Extracción de agua para riego (Canal Allipén). ▪ Geomorfología: Llano central en plano inclinado dirección este- oeste ▪ Clima: Precipitación media anual de 2000 mm y evapotranspiración real anual de 600 mm ▪ Cobertura vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de bosque caducifolio del sur ▪ Actividad ganadera: Bovina ▪ Actividad agrícola: Forraje y cereales ▪ Silvicultura: Cultivo de pinus radiata y eucaliptus ▪ Centros poblados: Pitrufrquén (sin pta de tratamiento) y Radal

Tabla 4.18 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Toltén

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Toltén en Teodoro Schmidt 0943-TO-40	Aportes de agua subterránea	Actividad turística (pesca) Descarga de aguas servidas de centros poblados Descarga difusa de agua servida Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes.	RAS, Cu, Cr, Al, Hg, pH Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología: Formaciones geológicas depósitos no consolidados o rellenos de materiales aluviales ▪ Clima: Precipitación media anual 1600mm, evapotranspiración real anual 600mm. ▪ Hidrogeología: Zona de muy elevada productividad de pozo (pozo DGA nivel freático 2m en Teodoro Schmidt) ▪ Geomorfología: Cordillera de la costa con valles transversales. ▪ Centros poblados: Teodoro Schmidt , Freire (sin Pta de tratamiento), Barros Arana, Hualpin, Nueva Toltén (sin pte de tratamiento), Toltén, y Comuy ▪ Cobertura vegetal: Praderas con cubiertas aisladas de bosque Caducifolio del Sur y bosque Laurifolio de Valdivia ▪ Actividad ganadera: Bovina ▪ Actividad agrícola: Cereales y forrajes ▪ Silvicultura: Cultivo de pinus radiata y eucaliptus

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

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

- Río Toltén en Villarrica
- Río Toltén en Longitudinal
- Río Toltén en Teodoro Schmidt

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: RAS, hierro y aluminio. En el caso del aluminio, la figura en su abscisa no contiene la estación de calidad río Toltén en Longitudinal, puesto que no se cuenta con información en dicho punto para este parámetro. 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. No se presentan las representaciones gráficas de los parámetros: cromo, manganeso y mercurio, por contar en su mayoría con registros en el límite de detección (LD).

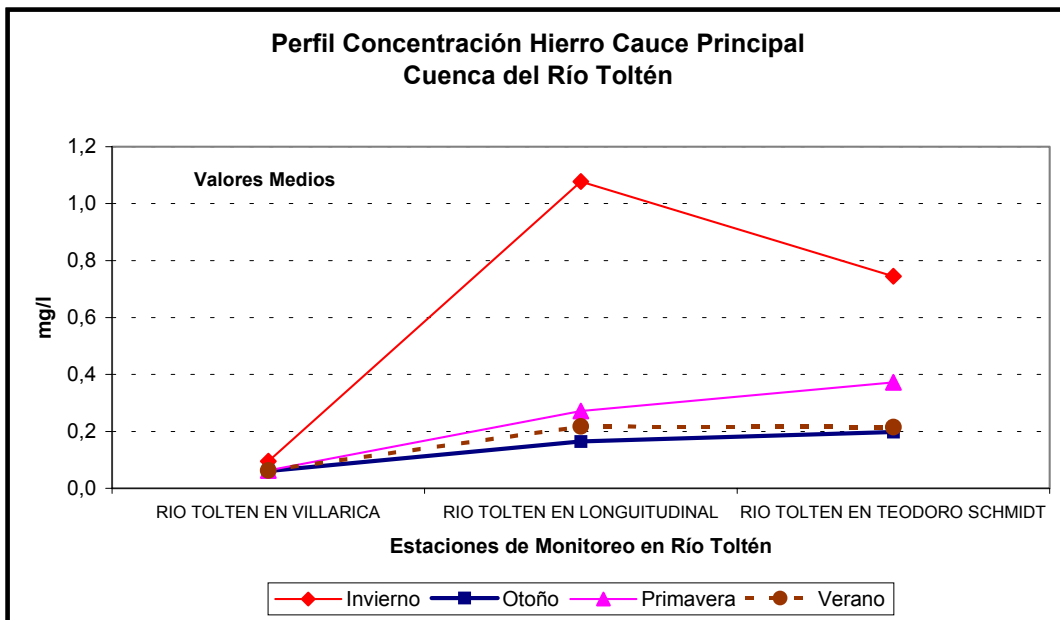
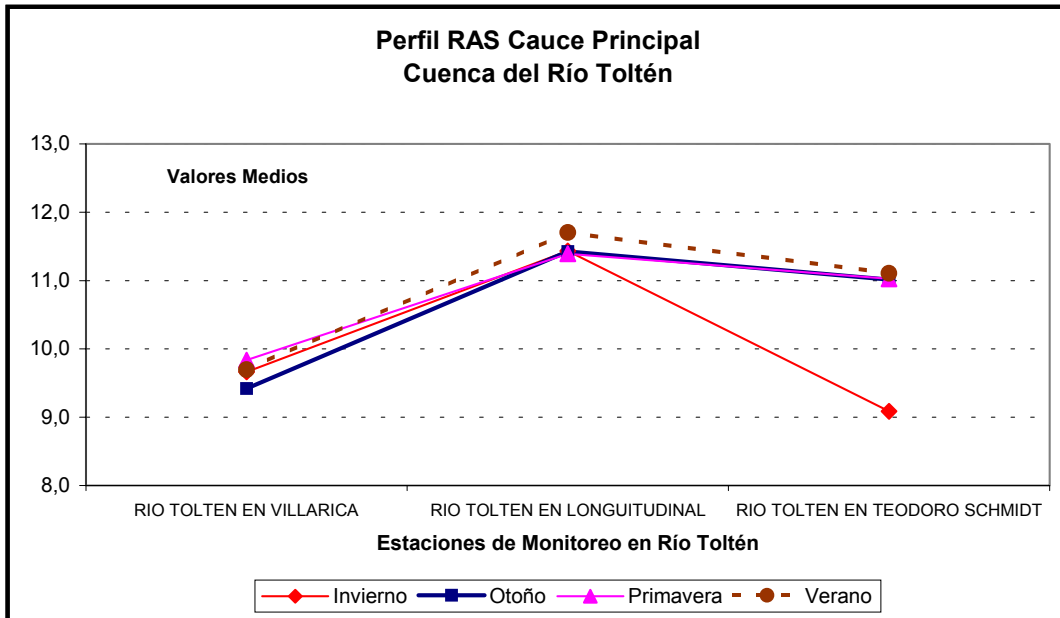


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Toltén

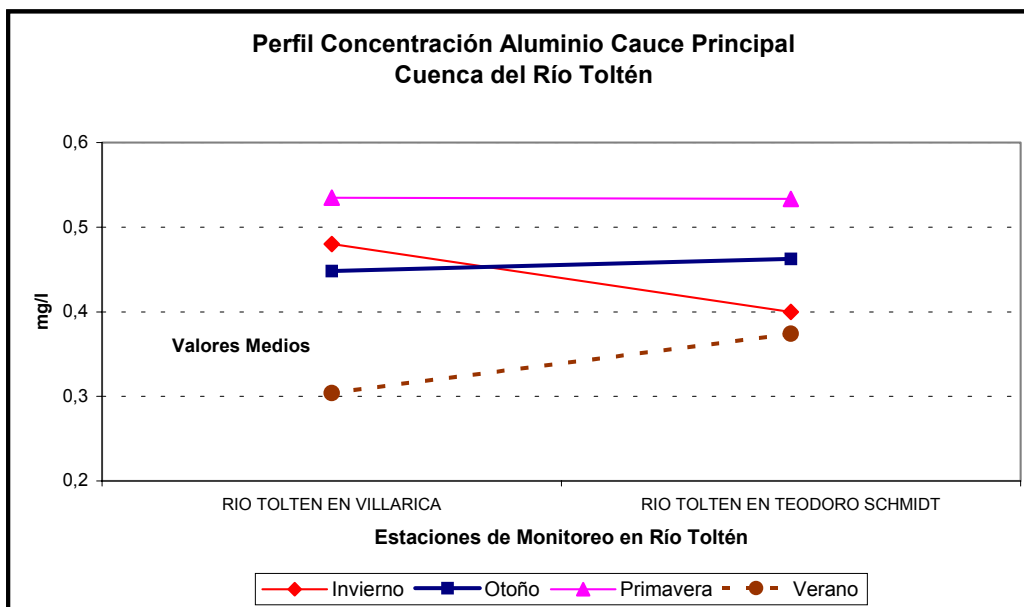


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Toltén

De las figuras 5.1 se pueden extraer lo siguiente:

- RAS: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del RAS se observan en primavera y verano con todos los valores en clase 4. El comportamiento aumenta desde la parte alta hasta la estación en Longitudinal, donde se observa un valor de 12 aproximadamente, para luego disminuir levemente hacia Teodoro Schmidt. La envolvente inferior se comporta de manera similar, aunque la disminución en la parte más baja del río presenta una pendiente mayor. Ésta se observa en otoño, primavera e invierno con los valores en clase 4.
- Hierro: La envolvente superior se observa en invierno con un perfil que aumenta notablemente hacia la parte media para luego disminuir hacia Teodoro Schmidt. El valor más alto, observado en Longitudinal, es 1.1 mg/L aproximadamente y está en clase 2, mientras que en el resto del río los valores se asignan a la clase 0. La envolvente inferior, observada en primavera y otoño, presenta un perfil de concentración más plano, pero con un leve aumento a lo largo del río.

- **Aluminio:** Los perfiles longitudinales permiten observar, en base a los datos de las estaciones en Villarrica y Teodoro Schmidt, que los valores más altos del aluminio en el río Toltén (envolvente superior) se presentan en primavera con todos los valores en clase 2. El perfil presenta un comportamiento constante entre las estaciones. La envolvente inferior se presenta en verano con los valores en clase 1 y con un comportamiento que aumenta desde la parte alta del río.

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 Toltén 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 TOLTÉN
Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica , DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SD, SST.
<u>CE:</u> Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>DBO₅:</u> El dato del muestreo puntual primavera 2003 está en clase 0 en los ríos Allipén en Los Laureles y Toltén en Villarrica y Panamericana. En clase 1 en los ríos Trancura, Donguil, y Toltén en Teodoro Schmit.
<u>Color Aparente:</u> El dato del muestreo puntual primavera 2003 está en clase 0 en los ríos Allipén en Los Laureles, Toltén en Villarrica, en Teodoro Schmit y Panamericana y Trancura en Pucón. En clase 2 en el río Donguil en Gorbea.
<u>OD:</u> Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>pH:</u> Todos los valores están asignados a la clase 0.
<u>RAS:</u> Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 4.
<u>SD:</u> El dato del muestreo puntual primavera 2003 está en clase 0 en los ríos Allipén en Los Laureles, Toltén en Villarrica, en Teodoro Schmit y Panamericana, Trancura en Pucón y en Donguil en Gorbea.
<u>SST:</u> El dato del muestreo puntual primavera 2003 está en clase 0 en los ríos Allipén en Los Laureles, Toltén en Villarrica, en Teodoro Schmit y Panamericana, Trancura en Pucón y en Donguil en Gorbea.

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

CUENCA RÍO TOLTÉN
Inorgánicos (IN) : NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-}
<p>NH_4^+, F^-, NO_2^-: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta en clase 0 en los ríos Allipén en Los Laureles, Toltén en Villarrica, en Teodoro Schmit y Panamericana, Trancura en Pucón y en Donguil en Gorbea.</p> <p>Cl^-, SO_4^{2-}: Siempre en clase 0.</p> <p>CN^-: El dato del muestreo puntual primavera 2003 para los ríos: Allipén, Toltén, Donguil y Trancura, está en el límite de detección analítico inferior o igual a la clase 1.</p> <p>S^{2-}: Sin información.</p>
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tretracloroeteno, 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, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn
<p>B: 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>Cu: Todos los valores están en límite de detección, excepto en río Toltén en Longitudinal, donde los valores se asignan la clase 2 en invierno, otoño y verano.</p> <p>Cr_{total}: En el río Allipén los valores están en clase 2, excepto en Melipeuco en invierno y otoño, que están en límite de detección. El río Donguil presenta todos los valores en clase 2 durante el año. En el río Trancura no se observa variación estacional entre primavera y verano con valores en clase 2. El resto del año los niveles de concentración están en límite de detección. El río Toltén presenta gran parte de sus valores en clase 2. Sin embargo, la estación en Longitudinal no posee información para invierno y otoño y el resto del año los valores se encuentran en límite de detección.</p> <p>Fe: Todos los valores en clase 0, excepto en invierno en río Allipén en Los Laureles (clase 1) y en río Toltén en Longitudinal (clase 2).</p> <p>Mn: La concentración de manganeso en los ríos Allipén, Trancura y Toltén se asigna a la clase 0 durante el año, excepto en el río Allipén en Los Laureles en invierno en clase 1. En el río Donguil no se observa variación estacional entre invierno y verano con valores en clase 1. El máximo se presenta en otoño en clase 2.</p> <p>Mo: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p>

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

CUENCA RÍO TOLTÉN
<u>Ni, Se, Zn</u> : Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.
Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb
<p><u>Al</u>: Todos los valores en clase 2 sin variación estacional. La estación del río Toltén en Longitudinal no posee información.</p> <p><u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.</p> <p><u>Cd y Pb</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>Sn</u> : No posee información. El dato del muestreo puntual primavera 2003, en los ríos Allipén, Toltén, Danguil y Trancura corresponde al límite detección analítico menor o igual a la clase 2.</p> <p><u>Hg</u>: Prácticamente todos los valores están en límite de detección. Las variaciones, en clase 4, se observan en otoño en el río Trancura, en primavera en los ríos Trancura y Toltén en Villarrica y en verano en los ríos Allipén en Melipeuco y Toltén en Villarrica.</p>
Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT
<p><u>CF</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta en clase 1 en los ríos Toltén en Villarrica, Trancura en Pucón y Donguil en Gorbea, En clase 2 en el río Toltén en Teodoro Schmit. y en clase 3 en los ríos Allipén en Los Laureles y Toltén en Panamericana.</p> <p><u>CT</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 esta en clase 1 en los ríos Allipén en Los Laureles y Toltén en Teodoro Schmit y Panamericana. En clase 0 en los ríos Trancura en Pucón, Donguil en Gorbea y Toltén en Villarrica.</p>

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

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

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

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

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

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el período estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el período estacional más desfavorable
- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo de CADE-IDEPE y que no cuentan con información de nivel superior (niveles 1 a 3), se utilizan los datos puntuales obtenidos (información nivel 4). Para la cuenca del río Toltén, 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 dispone 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).

Toltén

86.

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Toltén

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Toltén en Villarrica	0942TO10	CE, OD, pH, Fe, Mn, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CT.	CF	Cr _{tot} , Al			Hg, RAS	Cu, B, Mo, Cd, Pb, CN ⁻ , Sn	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CF, CT, CN ⁻ , Sn
Río Toltén Longitudinal	0943TO10	CE, OD, pH, Mn, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	CT	Cu, Fe	CF	RAS	Cr _{tot} , Hg, B, Mo, Cd, Pb, CN ⁻ , Sn	Al	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CF, CT, Sn, CN ⁻ .
Río Toltén en Teodoro Schmidt	0943TO40	CE, OD, pH, Fe, Mn, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	DBO ₅ , CT	Cr _{tot} , Al, CF			RAS	Cu, Hg, B, Mo, Cd, Pb, CN ⁻ , Sn	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CF, CT, CN ⁻ , Sn

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

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Allipén

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Allipén en Melipeuco	0940AL10	CE, OD, pH, Fe, Mn, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ ,	CF	Cr _{tot} , Al			Hg, RAS	Cu, B, Mo, Cd, Pb, Sn	DBO ₅	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , CF.
Río Allipén en Los Laureles	0940AL20	CE, OD, pH, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	Fe, Mn, CT	Cr _{tot} , Al	CF		RAS	Cu, Hg, B, Mo, Cd, Pb, CN ⁻ , Sn		Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CF, CT, CN ⁻ , Sn

Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Donguil

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Donguil en Gorbea	0943DO20	CE, OD, pH, Fe, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CT.	DBO ₅ , CF	Cr _{tot} , color aparente, Mn, Al			RAS	Cu, Hg, B, Mo, Cd, Pb, CN ⁻ , Sn		Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE, primavera 2003: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , CF, CT, CN ⁻ , Sn

Toltén

88.

Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Trancura

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Trancura en Pucón (Trancura)	0943TR20	CE, OD, pH, Fe, Mn, Cl, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, Zn, As, color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CT	CF, DBO ₅	Cr _{tot} , Al			Hg, RAS	Cu, B, Mo, Cd, Pb, Sn, CN ⁻	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 : DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F, NO ₂ ⁻ , CF, CT. .

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

- Río Curaco
- Río Liucura
- Río Puyehue
- Río Mahuidanche

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 Toltén, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.16.

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

Estación	Segmento	RAS	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)	Hg (µg/L)
Río Allipén en Melipeuco	0940AL10	15,1	<10	(12)	Clase 0	Clase 0	((0,48))	(1,2)
Río Allipén en los Laureles	0940AL20	16,3	<10	(30)	0,83	(0,04)	((0,89))	(<1)
Río Donguil en Gorbea	0943DO20	(10)	<10	((43))	Clase 0	(0,07)	((0,88))	(<1)
Río Trancura en Pucón	0943PU20	10,6	<10	(25)	Clase 0	Clase 0	((0,54))	(1,5)
Río Toltén en Villarrica	0942TO10	10,8	<10	(15)	Clase 0	Clase 0	(0,54)	(1,4)
Río Toltén en longitudinal	0943TO10	(11,7)	(14)	((<10))	(1,08)	Clase 0	s/i	((<1))
Río Toltén en Teodoro Schmidt	0943TO40	(11,1)	<10	(45)	Clase 0	Clase 0	((0,53))	(<1)

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

Toltén

90.

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

- La Relación de absorción de sodio (RAS), cobre, cromo y aluminio están presentes en toda la cuenca
- El mercurio se encuentra presente en el Toltén en los ríos Trancura y Toltén en Villarrica.

5.4.1 RAS

Los valores de RAS procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 10,0 (Est. DGA río Donguil en Gorbea) a 16,3 (Est. DGA río Allipén en los Laureles - otoño).

La presencia de RAS en todos los cursos del Toltén se debe principalmente al contenido de iones presentes en la litología de la cuenca, la cual aparece debido a las lixiviaciones subterráneas de formaciones geológicas con contenido de iones, principalmente sodio, calcio y magnesio.

5.4.2 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los <10 µg/L a 14 µg/L (Est DGA río Toltén en longitudinal -invierno).

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

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 los $<10 \mu\text{g/L}$ (Est DGA río Toltén en Longitudinal) a $45 \mu\text{g/L}$ (Est DGA río Toltén en Teodoro Schmidt - primavera).

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

5.4.4 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los $0,83 \text{ mg/L}$ (Est DGA río Allipén en Villarrica) a $1,08 \text{ mg/L}$ (Est DGA río Toltén en longitudinal - invierno), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 35%.

La presencia de hierro 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 Allipén y Toltén.

5.4.5 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los $<0,04 \text{ mg/L}$ (Est DGA río Allipén en Los Laureles) a $0,07 \text{ mg/L}$ (Est DGA río Donguil en Gorbea - 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 Allipén.

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.

5.4.6 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,48 mg/L (Est DGA río Allipén en Melipeuco) a 0,89 mg/L (Est. DGA río Allipén en los Laureles - otoño).

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

5.4.7 Mercurio

Los valores de mercurio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los $< 1 \mu\text{g/L}$ a $1,5 \mu\text{g/L}$ (Est DGA río Trancura en Pucón - primavera).

Los altos valores de mercurio tienen su origen mixto, por una parte el contenido natural en la litología de la cuenca del río Trancura y por otra parte por el aporte procedente de las actividades antrópicas que se desarrollan en las ciudades de Pucón y Villarrica.

5.4.8 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Toltén 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.

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

5.4.9 Conclusiones

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

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

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 Toltén fue presentada en el capítulo 2. En éste 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 Toltén

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos	
Río Toltén	0942TO10	TO-TR-10	De: Salida Lago Villarrica Hasta : Confluencia Río Allipén	
	0943TO10	TO-TR-20	De: Confluencia Río Allipén Hasta : Confluencia Río Donguil	
	0943TO20			
	0943TO30	TO-TR-30	De: Confluencia Río Donguil Hasta : Desembocadura	
	0943TO40			
	0943TO50			
Río Allipén	0940AL10	AL-TR-10	De: Naciente río Allipén Hasta : Confluencia Río Toltén	
	0940AL20			
	0940AL30			

Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Toltén

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Donguil	0943DO10	DO-TR-10	De: Naciente río Donguil Hasta : Confluencia Río Toltén
	0943DO20		
	0943DO30		
Río Trancura	0941TR10	TR-TR-10	De: Naciente río Trancura Hasta : Entrada Lago Vllarrica
	0941TR20		
Río Curaco	0940CU10	CU-TR-10	De: Naciente en lago Colico Hasta : Confluencia Río Allipén
Río Liucura	0941LI10	LI-TR-10	De: Naciente río Liucura Hasta : Confluencia Río Trancura
Río Puyehue	0943PU10	PU-TR-10	De: Naciente río Puyehue Hasta : Confluencia Río Donguil
Río Mahuidanche	0943MA10	MA-TR-10	De: Naciente río Mahuidanche Hasta : Confluencia Río Toltén

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

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 Toltén	TO-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	CF	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cr, Al		
								3	--		
								4	Hg, RAS		
	TO-TR-20	--	--	--	0	No hay	0	1	CT	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cu, Fe		
								3	CF		
								4	RAS		
	TO-TR-30	--	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	DBO ₅ , CT	Otros parámetros seleccionados
									2	Cr, Al, CF	
									3	--	
									4	RAS	

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

(*) 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 Toltén

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Allipén	AL-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Fe, Mn, CT	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	CF	
								4	Hg, RAS	
Río Donguil	DO-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	CF, DBO ₅	Otros parámetros seleccionados
								2	Color, Cr, Mn, Al	
								3	--	
								4	RAS	
Río Trancura	TR-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	CF, DBO ₅	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Hg, RAS	

(*) 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 Toltén

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 Curaco	CU-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 1)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Liucura	LI-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 2)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Puyehue	PU-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 3)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Mahuidanche	MA-TR-10	--	(*)	--	s/i	No hay	0 (Ver Nota 4)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota 1: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo AL-TR-10 que está aguas abajo

Nota 2: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo PU-TR-10 que está aguas abajo

Nota 3: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo DO-TR-10 que está aguas abajo

Nota 4: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo TO-TR-30 que está aguas abajo

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

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 Toltén 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 Toltén, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 7 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- RAS
- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeseo
- Aluminio
- Mercurio

7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Allipen en Melipeuco	89
Río Allipen en los Laureles	88
Río Donguil en Gorbea	92
Río Trancura en Pucón	90
Río Toltén en Villarica	92
Río Toltén en longitudinal	86
Río Toltén en Teodoro Schmidt	90

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Toltén posee tributarios de buena calidad. El cauce principal, calidad buena. 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 Allipen en Melipeuco	0
Río Allipen en los Laureles	0
Río Donguil en Gorbea	0
Río Trancura en Pucón	0
Río Toltén en Villarica	0
Río Toltén en longitudinal	0
Río Toltén en Teodoro Schmidt	0

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Allipen en Melipeuco	93
Río Allipen en los Laureles	92
Río Donguil en Gorbea	93
Río Trancura en Pucón	91
Río Toltén en Villarica	92
Río Toltén en longitudinal	92
Río Toltén en Teodoro Schmidt	93

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

7.2 Programa de Monitoreo Futuro

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

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

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

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

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

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

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

Tabla 7.4: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Allipén en Los Laureles	Río Toltén en Villarrica	Río Toltén en Panamericana	Río Toltén en Teodoro Schmidt	Río Donguil en Gorbea
	COD_SEG	0940AL20	0942TO10	0943TO10	0943TO40	0943DO20
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		PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
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	LD	LD	LD	LD	LD
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	LD	LD	LD	LD	LD
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
METALES ESCENCIALES						
Boro	mg/l					
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					
Níquel	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Selenio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Zinc	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD
METALES NO ESCENCIALES						
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD
Cadmio	µg/l					
Estaño	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Mercurio	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Plomo	mg/l					
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-TOL-01: Usos del suelo
- 1940-TOL-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-TOL-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.
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	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.7	http://www.alamochile.com/index_archivos/9.htm
2.8	SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura. 1976.
2.9	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.10	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna Acuática ríos Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Noviembre 2003.
2.11	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. http://www.censo2002.cl
2.12	GOBIERNO Regionla de la Araucanía 2003 http://www.laaraucania.cl/turismo-com_villarrica.htm
2.13	CONAF, CONAMA. Catastro de Bosque Nativo
2.14	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.
2.15	SINIA, Sistema Nacional de Información Ambiental http://www.sinia.cl
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los recursos Hídricos de Chile. 1996.