

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 BIO BIO

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.....	4
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar	4
2.2	Sistema Físico Natural.....	6
2.2.1	Clima	6
2.2.2	Geología y volcanismo	8
2.2.3	Hidrogeología.....	9
2.2.4	Geomorfología.....	10
2.2.5	Suelos	11
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del río Bío Bío	13
2.3.1	Comunidades vegetales	13
2.4	Sistemas Humanos.....	22
2.4.1	Asentamientos humanos	22
2.4.2	Actividades económicas	23
2.5	Usos del Suelo	25
2.5.1	Uso agrícola.....	26
2.5.2	Uso forestal.....	28
2.5.3	Uso urbano.....	28
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	30
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	31
3.1	Información Fluviométrica.....	31
3.2	Usos del Agua.....	33
3.2.1	Usos in – situ	33
3.2.2	Usos extractivos.....	34
3.2.3	Biodiversidad.....	38
3.2.4	Usos ancestrales.....	40
3.2.5	Conclusiones.....	40

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas	43
3.3.1	Aguas servidas.....	43
3.3.2	Descargas de tipo industrial	49
3.3.3	Contaminación difusa por pesticidas.....	53
3.4	Datos de Calidad de Agua.....	53
3.4.1	Fuentes de información	53
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreos	57
4.	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	69
4.1	Análisis de Información Fluviométrica.....	69
4.1.1	Análisis por estación	69
4.1.2	Conclusiones	91
4.2	Análisis de la Calidad de Agua	93
4.2.1	Selección de parámetros.....	93
4.2.2	Análisis de tendencia central.....	97
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE.....	99
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	99
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional.....	101
4.3	Análisis de Factores Incidentes en la Calidad del Agua	115
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES	127
5.1	Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal	127
5.2	Análisis de los Parametros de Calidad a Nivel de Cuenca.....	133
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual por Parámetro A nivel de Cuenca ..	136
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	150
5.4.1	RAS	151
5.4.2	Cobre	152
5.4.3	Cromo.....	152
5.4.4	Hierro	152
5.4.5	Manganeso	153

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.6	Molibdeno.....	153
5.4.7	Aluminio.....	154
5.4.8	Falencias de información.....	154
5.4.9	Conclusiones.....	154
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	156
6.1	Establecimiento de Tramos	156
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	159
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	169
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	170
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial.....	170
7.1.1	Antecedentes.....	170
7.1.2	Estimación del ICAS	171
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	172
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	173
7.3	Sistema de Información Geográfico	179
7.4	Referencias Bibliográficas.....	179

ANEXOS

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

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La cuenca del Bío Bío forma parte de la VIII Región y está comprendida entre los paralelos 36°42' – 38°49' Latitud Sur y los meridianos 71° - 73°20' Longitud Oeste. Es una de las cuencas de mayor superficie (24.264 Km²) y caudal del país. Comprende parte de los territorios de las Provincias de Ñuble, Concepción, Bío Bío y Arauco. Además, abarca parte de las Provincias de Malleco y Cautín pertenecientes a la IX Región.

La cuenca representa, a nivel nacional, un importante centro de desarrollo económico. Los sectores productivos más dinámicos están ligados al sector forestal, sector agropecuario (localizado principalmente en las provincias de Ñuble y Bío Bío), sector industrial (representado fundamentalmente por las industrias metalúrgicas, químicas, refinerías de petróleo, industrias textiles, industrias de la celulosa, entre otras) y sector hidroeléctrico que constituye la principal fuente de suministro de energía eléctrica a nivel nacional.

El Bío Bío nace en la ribera oriental de la laguna Gualletué en la cordillera de los Andes, y su curso superior se desarrolla en un valle intermontano de origen placial, generando numerosos meandros, a través de un paisaje estepario en el que abundan los coironales y matorrales bajos.

Atraviesa la llanura central y luego vacía sus aguas en San Pedro, en el sector norte del golfo de Arauco, en las proximidades de Concepción. Cumple un recorrido de 380 km., ocupando el segundo lugar en Chile por su longitud, después del Loa. La laguna Gualletué, de 9 km² y a 1.160 m s.n.m. está rodeada de montañas de elevaciones de 1.200 a 1.900 mn con excepción de la margen oriental.

A poco andar el Bío Bío, siempre serpenteante, cambia lentamente de rumbo hasta tomar franca dirección al NNW. En todo este tramo confluyen ríos de pequeño caudal, entre los cuales destaca el Lonquimay, que por su caudal es el más importante. El último de estos afluentes es el río Rehue, que cae por el oriente. A partir de su confluencia, el Bío Bío empieza a encajonarse y la velocidad de sus aguas aumenta, contrastando esta fisiografía con el valle amplio del curso superior. Al mismo tiempo, el paisaje se hace más boscoso y de relieve más accidentado y sector en que recibe al Ranquil, que proviene del NE a través de un valle también profundo. Todavía en el ámbito cordillerano recibe el Queuco y luego por el sur, el río Lirquén. Más abajo se le junta, el río Duqueco, que drena la vertiente poniente de la Sierra Velluda.

Bío Bío

2.

Casi frente a la desembocadura del río Duqueco, cerca de Negrete, el Bío Bío recibe por la ribera sur al río Bureo, que drena la falda poniente de la cordillera Pemehue y tiene la particularidad de ser navegable por botes cerca de su desembocadura, al discurrir tranquilo en la llanura baja.

Próximo a Nacimiento, en su curso medio, el Bío Bío recibe al Vergara, su tributario meridional más importante, el cual se origina a pocos kilómetros al norte de Algol, de la confluencia de los ríos Malleco y Rehue. El Vergara tiene por principal tributario al río Renaico, que se le junta pocos kilómetros aguas abajo de la ciudad de igual nombre.

Los ríos Malleco, Mininco (afluente del Renaico), Renaico, Mulchén y Bureo constituyen una importancia red de drenaje paralela de orientación NW que desagua las cordilleras de Litrancura y Pemehue, en los contrafuertes occidentales de los Andes.

En el tramo entre la confluencia con el río Vergara y el río Laja, el Bío Bío recibe por el poniente el río Nicodahue y por el oriente el río Guaqui.

El afluente septentrional más importante del Bío Bío es el río Laja. La confluencia se encuentra en las proximidades de San Rosendo y del pueblo industrial de La Laja, a oriente de la cordillera costera. El Laja nace en el lago del mismo nombre, situado a una cota de 1.360 y una barrera natural que represó las aguas del río. Este lago es el mayor de la zona; su hoya hidrográfica es de 1.000 km² y almacena un volumen vecino a 8.000 millones de m³; su eje mayor es de 32,5 km de orientación N-S y su ancho varía entre 9 y 1,5 km. Enmarca una superficie de espejo de agua en condición natural de 132 km² con costas accidentadas que dejan bahías y penínsulas pronunciadas, consecuencia de su origen volcánico.

El río Laja sale al Valle Central y recorre, en un lecho ancho y arenoso, una llanura formada por grandes arenales de los propios sedimentos que él aporta. Tiene dirección general al W y en su curso medio presenta un tramo paralelo al río Itata distanciado no más de 4 km. Inmediatamente al oriente de la Carretera Panamericana, se encuentran el Salto del Laja con una caída vertical sobre 20 m. El Laja tiene una longitud de 140 km y drena una hoya de 4.040 km². Su principal afluente en la cordillera es el río Polcura o de la Polcura, que nace al norte de la laguna de La Laja y drena con un recorrido de 60 km la llamada cordillera de La Polcura. Más abajo, recibe el río Rucue que vienen desde el sur y antes de la confluencia con el Bío Bío, el río Claro desde el norte.

El hecho de que el Bío Bío no presenta lagos importantes intercalados en su curso medio provoca un arrastre excesivo de sedimentos que embancan su lecho, banco que muchas veces tienen carácter móvil con las crecidas que obligan a los canales que extraen agua del río a disponer de desripadores, obras caras situadas inmediatamente bajo las bocatomas (ejemplo, canal Bío Bío sur).

Finalmente, en el curso inferior del Bío Bío el lecho es muy ancho, de más de dos kilómetros frente a San Pedro; se presenta embancado con arena gruesa, de manera que en su desembocadura se forma una barra que impide la navegación aún de pequeñas embarcaciones desde el océano.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- río Bío Bío
- río Claro
- río Laja
- río Duqueco
- río Guaqui
- río Malleco
- río Lirquén
- río Mulchén
- río Nicodahue
- río Mininco
- río Rehue
- río Polcura
- río Bureo
- río Rucue
- río Renaico
- río Lonquimay
- río Vergara

Bío Bío

4.

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 Bío Bío 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
- Bases del Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) de CONAMA.
- Bases del Catastro de Bosque Nativo de la CONAF, reclasificado por CONAMA.
- Sistema de información integrado de riego (SIIR), de la Comisión Nacional de Riego (CNR.)
- Catastro de Bocatomas de la DGA

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

b) Segmentación preliminar

La segmentación adoptada en la cuenca del río Bio Bío es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en la lámina 1940-BIO-02.

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

CUENCA Río BIO BIO					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
0830	Río BIO BIO	BI	1	0830 - BI - 10	Laguna Gualletue	Conf. Río Lonquimay
0830	Río BIO BIO	BI	2	0830 - BI - 20	Conf. Río Lonquimay	Est. DGA Bio Bio antes junta Llanquén
0830	Río BIO BIO	BI	3	0830 - BI - 30	Est. DGA Bio Bio antes junta Llanquén	Límite de Subcuenca
0830	Río LONQUIMAY	LO	1	0830 - LO - 10	Naciente río Lonquimay	Conf. Río Bio Bio
0831	Río BIO BIO	BI	1	0831 - BI - 10	Límite de Subcuenca	Conf. Río Queuco
0831	Río BIO BIO	BI	2	0831 - BI - 20	Conf. Río Queuco	Est. DGA Bio Bio en Rucalhue
0831	Río BIO BIO	BI	3	0831 - BI - 30	Est. DGA Bio Bio en Rucalhue	Conf. Río Lirquén
0831	Río BIO BIO	BI	4	0831 - BI - 40	Conf. Río Lirquén	Conf. Río Duqueco
0831	Río LIRQUEN	LI	1	0831 - LI - 10	Naciente río Lirquén	Conf. Río Bio Bio
0832	Río DUQUECO	DU	1	0832 - DU - 10	Naciente río Duqueco	Est. DGA Duqueco en Villacura
0832	Río DUQUECO	DU	2	0832 - DU - 20	Est. DGA Duqueco en Villacura	Conf. Río Bio Bio
0833	Río BIO BIO	BI	1	0833 - BI - 10	Conf. Río Duqueco	Est. DGA Bio Bio en Coihue
0833	Río BIO BIO	BI	2	0833 - BI - 20	Est. DGA Bio Bio en Coihue	Conf. Río Nicodahue
0833	Río BUREO	BU	1	0833 - BU - 10	Naciente río Bureo	Conf. Río Mulchén
0833	Río BUREO	BU	2	0833 - BU - 20	Conf. Río Mulchén	Conf. Río Bio Bio
0833	Río MULCHEN	MU	1	0833 - MU - 10	Naciente río Mulchén	Conf. Río Bureo
0834	Río RENAICO	RE	1	0834 - RE - 10	Naciente río Renaico	Conf. Río Mininco
0834	Río RENAICO	RE	2	0834 - RE - 20	Conf. Río Mininco	Conf. Río Vergara
0834	Río MININCO	MI	1	0834 - MI - 10	Naciente río Mininco	Conf. Río Renaico
0835	Río MALLECO	MA	1	0835 - MA - 10	Naciente río Malleco	Est. DGA Malleco en Collipulli
0835	Río MALLECO	MA	2	0835 - MA - 20	Est. DGA Malleco en Collipulli	Conf. Río Rehue
0835	Río VERGARA	VE	1	0835 - VE - 10	Conf. Río Malleco y Rehue	Conf. Río Renaico
0835	Río VERGARA	VE	2	0835 - VE - 20	Conf. Río Renaico	Conf. Río Bio Bio
0835	Río REHUE	RH	1	0835 - RH - 10	Naciente río Rehue	Los Sauces
0835	Río REHUE	RH	2	0835 - RH - 20	Los Sauces	Conf. Río Malleco
0836	Río BIO BIO	BI	1	0836 - BI - 10	Conf. Río Nicodahue	Conf. Río Guaqui
0836	Río BIO BIO	BI	2	0836 - BI - 20	Conf. Río Guaqui	Conf. Río Laja
0836	Río GUAQUI	GU	1	0836 - GU - 10	Naciente río Guaqui	Conf. Río Bio Bio
0836	Río NICODAHUE	NI	1	0836 - NI - 10	Conf. Río Esperanza y Maitenrehue	Conf. Río Bio Bio
0837	Río LAJA	LA	1	0837 - LA - 10	Estero Los Deslindes	Est. DGA Laja bajo descarga Central Antuco
0837	Río LAJA	LA	2	0837 - LA - 20	Est. DGA Laja bajo descarga Central Antuco	Conf. Río Rucue
0837	Río POLCURA	PO	1	0837 - PO - 10	Laguna Bejar	Estero Los Deslindes
0837	Río RUCUE	RU	1	0837 - RU - 10	Naciente río Rucue	Conf. Río Laja
0838	Río CLARO	CL	1	0838 - CL - 10	Naciente río Claro	Conf. Río Laja
0838	Río LAJA	LA	1	0838 - LA - 10	Conf. Río Rucue	Est. DGA Laja en Pte. Perales
0838	Río LAJA	LA	2	0838 - LA - 20	Est. DGA Laja en Pte. Perales	Conf. Río Claro
0838	Río LAJA	LA	3	0838 - LA - 30	Conf. Río Claro	Conf. Río Bio Bio
0839	Río BIO BIO	BI	1	0839 - BI - 10	Conf. Río Laja	Est. DGA Bio Bio en Sta. Juana
0839	Río BIO BIO	BI	2	0839 - BI - 20	Est. DGA Bio Bio en Sta. Juana	Est. DGA Bio Bio antes Planta Mochita
0839	Río BIO BIO	BI	3	0839 - BI - 30	Est. DGA Bio Bio antes Planta Mochita	Desembocadura

2.2 Sistema Físico Natural

2.2.1 Clima

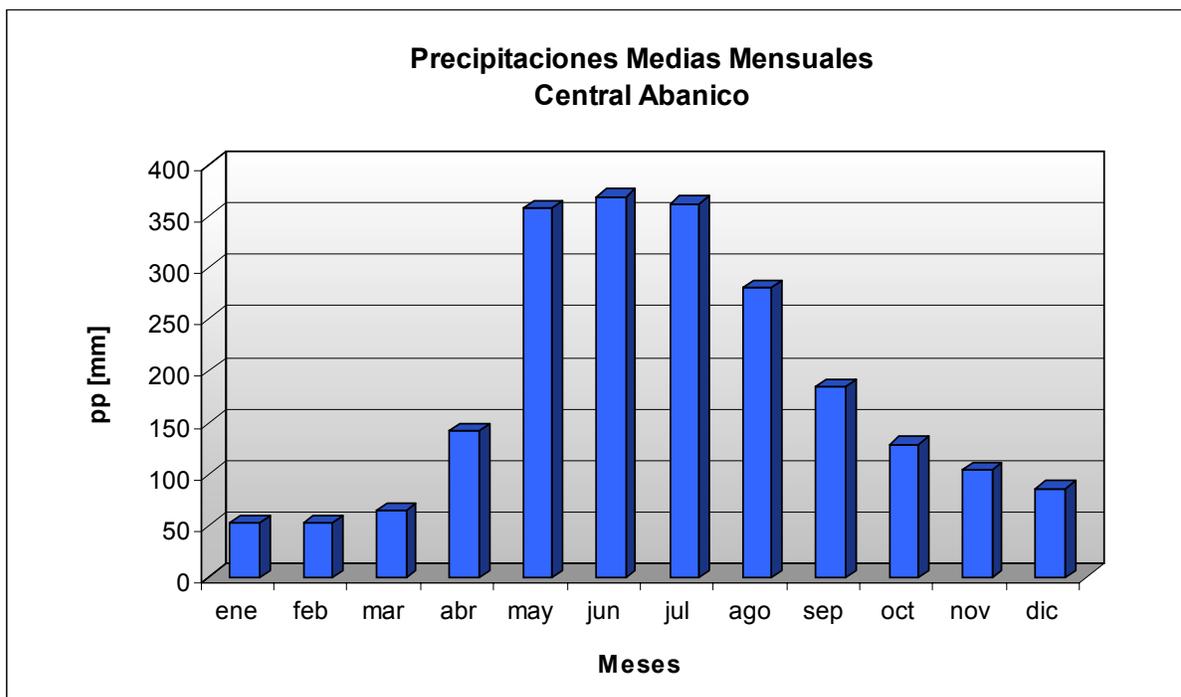
El clima de la cuenca, presenta características de transición entre los climas Mediterráneo y Templado Húmedo, predominante de la zona Sur.

En el sector costero, en los sectores altos y laderas occidental de la Cordillera de la Costa se presenta un clima templado húmedo, con una humedad constante con precipitaciones que fluctúan entre 1.200 y 2.000 mm anuales de norte a sur.

Hacia el interior, el clima templado costero húmedo posee temperaturas menos extremas donde las precipitaciones medias anuales alcanzan 1.330 mm con un período seco de cuatro meses. En el valle longitudinal las temperaturas presentan un mayor contraste entre día y noche.

En la parte norte de la cuenca, predomina el clima Templado Mediterráneo abarcando toda la zona intermedia, bordes orientales de la Cordillera de la Costa y los sectores más bajos de la Precordillera.

En el sector alto de la cuenca, la precipitación, como muestra la figura 2.1, se concentra entre los meses de mayo y agosto alcanzando anualmente 2.190 mm. Las temperaturas de este sector fluctúan entre los 6,9 y 10° C. En la Cordillera de Los Andes por sobre los 1.500 m se desarrolla el clima frío de altura con abundantes precipitaciones, más de 2.000 mm anuales y bajas temperaturas (4° C) que permiten la presencia de nieves permanentes en las alturas de la cordillera.[Ref. 2.1]



[Ref. 2.1]

Figura 2.1: Montos de Precipitaciones Medias Mensuales Registradas en Estación Pluviométrica de Central Abanico

La escorrentía superficial en el sector norte de la cuenca (río Laja en Tucapel), alcanza valores de 1.975 mm/año. En la zona centro, este valor aumenta a 2.021 mm/año (Río Bío Bío en Rucalhue). La escorrentía superficial en la parte alta de la cuenca (río Bío Bío en Llanquén) es de 1.409 mm/año.

En cuanto a las pérdidas de agua producto de la evaporación, en la cuenca se alcanzan valores medios mensuales de 122,2 mm en el sector de Los Angeles. En las partes altas del Río Bío Bío (Ralco), la evaporación es menor alcanzando valores de 101,6 mm/año.

[Ref. 2.2]

2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca comprende rocas de depósitos aluvionales y rocas terciarias.

Las formaciones presentes en la cuenca que inciden en la calidad del agua son:

- Rocas volcánicas del pleistoceno; secuencias lávicas y centros volcánicos básicos o intermedios; depósitos andesíticos o basálticos ubicadas principalmente en la parte alta del río Duqueco.
- Rocas volcánicas del cretácico inferior-alto; secuencias y complejos volcánicos continentales, lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas, andesíticas a riolíticas en la zona central de la cuenca.
- Rocas volcanosedimentarias del cretácico superior- terciario inferior; secuencias volcanosedimentarias; areniscas, paraconglomerados, lavas andesíticas y dacíticas, intercalaciones de ignimbritas, limonitas y calizas ubicadas en la parte alta del río Bio Bío.

En la parte superior de los ríos Bío Bío y Laja, se observan influencias de tipo volcánica y sedimentaria, que se extiende en la Plataforma Piedemonte y Depresión Central, hasta la cordillera de la costa. Esta última, presenta mayoritariamente rocas graníticas sobre la que han ocurrido numerosos procesos de meteorización, los cuales han permitido la formación del suelo.

La parte baja de la cuenca, se encuentra levemente influenciada por rocas sulfuradas, las que no presentan incidencia en la calidad de agua, debido a características tales como: cubierta vegetal, tipo de suelo, entre otros. [Ref. 2.3]

En la cuenca se encuentran los volcanes Antuco, Callaqui, Lonquimay, Copahue y Tolhuaca. El volcán Antuco (2.985 m s.n.m.), es catalogado como activo, su estructura es del tipo estratovolcán y pertenece a la categoría Histórico, con su última erupción conocida posterior al 1964. El volcán Copahue (2.965 m s.n.m.), ubicado a 126 km al sureste de los Ángeles, es catalogado como activo, pertenece al tipo estratovolcán con categoría histórica, con su última erupción conocida en 1997. El volcán Callaqui (3.164 m s.n.m.)

ubicado a 10km de Relco, posee una estructura de tipo estratovolcán y pertenece a la categoría Histórico, con su última erupción conocida en 1997. El volcán Tolhuaca, ubicado a 35 km al norte de Curacautín, presenta estructura de tipo estratovolcán y pertenece a la categoría holoceno. El volcán Lonquimay (2.865 m s.n.m.), ubicado a 121 km de Malalcahuello, posee estructura de tipo estratovolcán y pertenece a la categoría Histórico, con su última erupción conocida posterior al 1964. [Ref. 2.4]

2.2.3 Hidrogeología

En la cuenca hidrográfica, se identifican cuatro grandes morfoestructuras atravesadas por el Bio Bío, las que se definen de Oeste a Este.

- Llanuras estuario-deltaico litorales; constituidas por sedimentos marinos Terciarios y fluvio-marinos del cuaternario. Se elevan hasta alturas de 300msnm y presentan dunas, cordones litorales, marismas y paleolechos. La permeabilidad hacia la costa es alta, siendo hacia el interior de la llanura mucho menor.
- Cordillera de la Costa o Cordillera de Nahuelbuta; zona de rocas Paleozoicas graníticas y metamórficas intensamente meteorizadas que constituyen relieves que no sobrepasan los 1000 m s.n.m. de altura. También se encuentran en discordancia sobre el zócalo, depósitos Terciarios de origen marino, productos andesíticos del volcanismo del mioceno inferior, a lo largo de la margen sureste de la cordillera y los depósitos aluviales del Cuaternario. La permeabilidad es media a baja para esta formación.
- Depresión Central; presenta alturas inferiores a 200 m s.n.m. con relieves planos a ondulados. Las llanuras de la depresión central pasan, al oeste, a las plataformas del piedemonte de la Cordillera de los Andes con una altura promedio de 500 a 600 m s.n.m. Sobre un zócalo de lavas basáltico-andesitas del mioceno inferior, se encuentran depósitos de tobas volcánicas, depósitos laharíticos y aluviales de orígenes lacustres y fluviales a veces, conformando terrazas. La permeabilidad es alta, observándose en la zona pozos con gran productividad.

- Cordillera de los Andes; posee una altura promedio de 2000 a 2500 m s.n.m. Está constituida esencialmente de rocas volcánicas provenientes de diferentes épocas desde el Secundario, sobre un zócalo de granitos y granodioritas. La permeabilidad de esta formación es muy baja a nula.

De acuerdo a la información proporcionada por el Mapa Hidrogeológico, en las localidades de Mulchén, Los Angeles y Yumbel, se ubican acuíferos menores de 2 metros de profundidad. A lo largo de todo el cauce del río Bío Bío, desde su nacimiento a la desembocadura, existen acuíferos de distintas características de productividad y calidad química de las aguas. [Ref. 2.5]

2.2.4 Geomorfología

En el sector cordillerano de la cuenca aparecen cadenas transversales y otras en forma de bisel o forma de arco montañoso. También surge una hoyada lacustre en las nacientes del río Bío Bío. Una segunda característica es la ocupación de sus altos valles por recubrimiento glaciovolcánico.

La zona de precordillera (desde los 300 m hasta los 850 m) tiene origen sedimentario y forma una acumulación caótica de materiales glaciales, volcánicos y fluviales dispuestos al pie de la cordillera. Laderas abruptas, ríos encajonados, materiales arcillosos y otros muy permeables como rodados. Es un complejo sistema de conos superpuestos, siendo los más antiguos de origen glaciovolcánico, luego fluviovolcánico y los más recientes hidrocineritas. Sin embargo estos depósitos están marcados por bruscos procesos de acumulación y erosión desde la cordillera Andina.

El llano central o de sedimento fluvial, presenta aspecto de planicie suavemente ondulada, e intensamente regada por los cursos fluviales de la región. En esta sección de la cuenca se presentan depósitos fluvio – glacio – volcánicos arrastrados desde la Cordillera de Los Andes. Causados por fenómenos de arrastre de las aguas o aluvial; por efecto de avance y retroceso de glaciares o bien por la actividad volcánica de la zona. Estos materiales (bloques, rodados, arenas, limos y arcillas) se distribuyen en la cuenca en forma de cono. Los ríos del sistema Itata-Laja –aunque independientes como drenes fluviales- transitan y movilizan las arenas volcánicas oscuras desprendidas desde el sistema Antuco. El viento organiza algunos campos de dunas en las inmediaciones de la carretera longitudinal, arenales que cubren la zona de Yumbel.

Hacia la zona terminal de la cuenca, se ubica la Cordillera de la Costa con alturas cercanas a los 650 m, caracterizados por un colinaje moderado que deja una expedita comunicación entre el llano central y la costa.

De importancia en esta zona es la Cordillera de Nahuelbuta, ya que alimenta cortos ríos en dirección al Pacífico, y contribuye con alimentar los afluentes más occidentales del Bío Bío.

La desembocadura del Bío Bío, se encuentra sobre una planicie litoral fluviomarina generada por los cambiantes lechos fluviales del cuaternario. La sedimentación fluvial corresponde a arenas negras provenientes de la actividad volcánica del Antuco, que se depositan en las playas al norte del río por deriva litoral. Mientras al sur del Bío Bío las arenas son blancas por alteración del granito intrusivo costero. [Ref. 2.6][Ref. 2.7]

2.2.5 Suelos

Se distinguen tres sectores:

a) Sección superior de la cuenca

Sobre 3.500 m los suelos esqueléticos sobre afloramiento rocoso. Gran alteración por proceso de remoción de masa y erosión.

b) Sección media de la cuenca

Entre los 3.500 y 800 m s.n.m.; zona de precordillera y valle hacia el poniente. Los materiales parentales dominantes son las cenizas volcánicas. Se distinguen 3 sectores: en el norte suelos con características de trumaos, de alta fertilidad y regados. En el centro extensos arenales de baja fertilidad y con problemas de drenaje; y en el sur, suelos limosos bien drenados y de alta fertilidad, así como suelos rojo arcillosos como la serie Collipulli.

i) Sector norte existen suelos trumaos que forman un abanico desde la precordillera hacia la costa. Los trumaos están formados sobre cenizas volcánicas, en condiciones de drenaje moderadamente bueno a excelente, de topografía plana a ligeramente ondulada. Poseen estructuras bien desarrolladas, alta capacidad de retención de humedad, un pH ligeramente ácido y altos

contenidos de materia orgánica. Caracterizados por las series Santa Bárbara y Arrayán.

- Textura: media (franca a muy limosa) a gruesa (arenosa franca a muy arenosa)
- Permeabilidad: media - alta
- Escorrentía: media - lenta
- Riesgo de erosión: bajo

ii) Sector centro (cercanía de Los Angeles): a través de los sistemas Laja-Itata, se extiende un doble cono fluviovolcánico difluyente, generado a partir del volcán Antuco. El cono de arenas negras del Laja fosiliza una brecha volcánica compacta, dando origen a una formación lahárica (Banco del Laja). La naturaleza de los suelos se debe a las características del material parental, destacando dos tipos de suelos: aquellos derivados de arenas volcánicas, correspondiente a la serie Arenales y Coreo; y los derivados de la evolución de ceniza volcánica moderna (serie Arrayán). Los primeros se ubican dentro del cono aluvial del Laja, entre Quilleco y Santa Bárbara. Los segundos en el eje del abanico del Laja.

- Textura: moderadamente gruesa (franco arenosa) a gruesa (arenosa franca, muy arenosa)
- Permeabilidad: media - alta
- Escorrentía: media - lenta
- Riesgo de erosión: medio – bajo

iii) Sector sur

- Textura: media (franca a muy limosa) y fina (muy arcillosa)
- Permeabilidad: media - baja
- Escorrentía: media - alta
- Riesgo de erosión: medio – alto

c) Sección baja de la cuenca

Comprende la cordillera de la Costa y desembocadura. Son suelos generados a expensas del material formativo de la cordillera de la costa, hoy intensamente erosionados por

acción antrópica de cultivos de trigo. Los suelos de las Planicies Costeras de Arauco, poseen erosión leve y están sometidos a fuerte presión por el sector forestal.

- Textura: fina (arcillo arenosa a muy arcillosa)
- Permeabilidad: baja
- Escorrentía: alta
- Riesgo de erosión: alto

En la desembocadura (playa) el material que compone los suelos es arena proveniente del sistema del Antuco, cuya permeabilidad es alta, escorrentía lenta y baja capacidad de erosión fluvial. [Ref. 2.8]

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del río Bío Bío

2.3.1 Comunidades vegetales

De acuerdo a la clasificación realizada por Gajardo, en la cuenca del río Bio Bío se describen 8 formaciones vegetacionales con sus respectivas comunidades. Estas formaciones pertenecen a 4 regiones vegetacionales del país: Bosque andino patagónico, Matorral y bosque esclerófilo, Bosque caducifolio y Bosque Laurifolio. Esta clasificación se muestra esquemáticamente en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: Clasificación Vegetacional de la Cuenca del río Bio Bío

Región	Subregión	Formación
Bosque andino patagónico.	Cordillera de la Araucanía.	Estepa altoandina sub húmeda
		Bosque caducifolio alto andino de la cordillera de Chillán.
		Bosque caducifolio alto andino con araucaria.
Matorral y bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo de los arenales.
Región del bosque caducifolio	Bosque caducifolio del llano	Bosque caducifolio de Concepción
		Bosque caducifolio de La Frontera
	Bosque caducifolio andino.	Bosque caducifolio andino del Bío Bío
Bosque laurifolio	Bosque laurifolio de Valdivia	Bosque laurifolio Valdiviano

[Ref. 2.9]

a) Región del Bosque Andino Patagónico

Corresponde al territorio de la Cordillera Andina austral cubierto con bosques, que se extiende desde los 37° de latitud sur, hasta el extremo sur, ocupando el límite altitudinal superior de la vegetación en su área norte y señalando en el extremo sur su límite con la estepa patagónica hacia el este. Una de sus características ecológicas esenciales es recibir generalmente la precipitación bajo la forma de nieve.

El paisaje vegetal se caracteriza por la presencia dominante de lenga (*Nothofagus pumilio*), que es una especie de tipo caducifolio micrófilo, la cual participa en mayor o menor medida en las distintas comunidades presentes en el territorio de la región.

Dentro de esta región, se destaca la Sub Región de la Cordillera de la Araucanía.

Representa los bosques alto - montanos que se extienden entre las regiones VIII y X, cuya característica ambiental distintiva dentro de la región ecológica es presentar condiciones estivales más favorables. Desde el punto de vista florístico, el carácter más destacado es la presencia de araucaria (*Araucaria araucana*), como árbol dominante del paisaje vegetal.

El patrón de distribución de las formaciones vegetales presentes está dado por la cantidad de precipitación y por la altitud. Constituye un caso excepcional la extensión de los límites de esta subregión hasta la Cordillera de la Costa, como es el caso de Nahuelbuta, donde constituye un relictos de pasadas distribuciones.

b) Región del Matorral y el Bosque Esclerófilo

Es La región vegetal que se extiende a través de la zona central de Chile, cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo denominado mediterráneo, es decir, inviernos fríos y lluviosos con veranos cálidos y secos. Las precipitaciones aumentan progresivamente de norte a sur y es patrón fundamental en la distribución de las formaciones vegetales la presencia de las cordilleras de la Costa y de los Andes.

Los paisajes vegetales son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales. Al extremo que podría afirmarse que son excepcionales las muestras de la vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática, lo que sumado a la existencia de un relieve montañoso, permite una fuerte interpenetración con las regiones vegetacionales adyacentes. En tercer lugar, la presencia en el sector costero de comunidades vegetales de carácter relictual, provoca la participación de un conjunto de elementos florísticos de difícil interpretación.

En una región con una alta diversidad vegetal y las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios con gran desarrollo en altura.

En la subregión Del Bosque Esclerófilo hay un paisaje vegetal en que dominan los arbustos altos y los árboles, correspondiente a menudo a un estado de regeneración por monte bajo de las especies arbóreas esclerófilas, y, en algunos casos, laurifolias. Se extiende generalmente por las laderas de ambas cordilleras, destacando una composición variable de acuerdo con el patrón de exposiciones de radiaciones a la luz solar. Su composición florística es muy variada y rica, contando entre sus elementos a numerosas especies de tipo laurifolio relictual y, en la estrata herbácea, a una alta proporción de especies introducidas.

c) Región del Bosque Caducifolio

La región del bosque caducifolio se extiende desde los 33 hasta los 41° de latitud sur en un territorio bajo clima templado con sequía estival breve. En su distribución norte ocupa posiciones montañosas sobre los 80 100 m de altitud para ir progresivamente

Bío Bío

16.

hacia el sur ocupando la depresión intermedia. la característica esencial que distingue esta región es la presencia en las estratas arbóreas de las especies del género *Nothofagus* que tienen hojas caducas grandes.

Se distinguen dos subregiones:

- SubRegión Del Bosque Caducifolio Del Llano
- Bosque Caducifolio Andino

La primera representa a los bosques de hojas caducas, que se distribuyen en situaciones bajas, más allá de los 36 de latitud sur, ocupando la depresión central y los relieves montañosos de poca altitud; en ciertos sectores se aproxima a la costa oceánica. Es un territorio rico en posibilidades vegetacionales, encontrándose generalmente una fuerte penetración de especies laurifolias en la fisionomía típica de árboles de hoja caduca dominantes. Es el área geográfica del roble (*Nothofagus obliqua*).

El bosque de la subregión del Bosque Caducifolio Andino se distribuye por las laderas intermedias y altas de la Cordillera de los Andes respondiendo a condiciones ecológicas de mayor precipitación y a temperaturas más bajas que las existentes en los ambientes de la depresión central. Es un bosque denso con un dosel muy alto fuertemente penetrado por especies laurifoliadas. El paisaje boscoso se interrumpe por frecuentes situaciones de renovales y sectores donde el bosque ha sido remplazado por praderas.

En el territorio de esta subregión es posible identificar dos elementos causales de la distribución principal de la vegetación, lo que corresponde a los dos extremos de una gradiente de precipitación y temperatura, el área norte más cálida y seca y el área sur más húmeda y fría.

d) Región del Bosque Laurifolio

Es una región vegetacional que se distingue por la presencia de bosques con grandes árboles perennifolios, de hojas en general grandes, brillantes y de color verde oscuro. Corresponde a la existencia de ambientes característicos por un clima lluvioso todo el año y con temperaturas sin grandes oscilaciones, constantes en sus valores durante todas las estaciones. La fisionomía del paisaje vegetal es la de un bosque muy denso y oscuro que presenta una estratificación donde es posible reconocer cuatro o cinco doseles. La composición florística de especies leñosas es variada, siendo la mayoría de sus elementos considerados como fitogeográficamente relictuales. En general, es pobre en especies herbáceas

y allí donde el bosque ha sido remplazado por praderas o intervenido por las explotaciones forestales, los elementos florísticos que participan en las comunidades de reemplazo son generalmente plantas advenas.

El área geográfica donde se encuentra el bosque laurifolio es de reducida extensión y en varios casos fragmentaria, indicador probable de una regresión de carácter biogeográfico. En la presente clasificación, se considera que la vegetación del Archipiélago de Juan Fernández pertenece a esta región vegetacional, aunque por su excepcionalidad haya sido habitualmente considerada en una categoría aparte. En vistas del innegable parentesco biogeográfico y de la fuerte similitud de sus ambientes ecológicos, se incluye a esta rica flora como una subregión del bosque laurifolio.

Probablemente los bosques laurifolios se habían extendido hasta tiempos muy recientes también por las cadenas montañosas costeras de Chile Central, desde donde su desaparición puede haber sido acelerada por la ocupación humana, provocando su desintegración.

Dentro de la región, se destaca la SubRegión Del Bosque Laurifolio De Valdivia.

Son los bosques de Chile continental centro sur, donde son dominantes en el dosel superior los árboles de hojas laurifolias. Ocupan de preferencia aquel territorio que ha sufrido menos la influencia de las glaciaciones del Cuaternario y que, al mismo tiempo, muestra una menor acción de fenómenos volcánicos. Se encuentra de preferencia en tierras bajas y en los faldeos de ambas cordilleras. De acuerdo con su composición florística predominante y sus características ambientales, es posible reconocer cuatro formaciones vegetales, que se delimitan como consecuencia de su posición geográfica, donde existe un gradiente de precipitación y temperatura [Ref. 2.9].

2.3.2 Descripción y caracterización de la biota acuática

A pesar de los numerosos usos de las aguas de esta cuenca, la flora y fauna acuática presenta una alta variedad de especies. Se listan mas abajo las especies descritas por varios autores.

Tabla 2.3: Especies de Flora y Fauna Acuática en la Cuenca del Bío Bío

Grupo	Orden	Familia	Especie
FLORA			
Macrófitas	Dicotiledónea	Ammiaceae (Umbelliferae)	<i>Lilaeopsis lineada</i>
		Asteraceae (Compositae)	<i>Aster vali</i>
			<i>Cotula coronopifolia</i>
			<i>Senecio fistulosus</i>
			<i>Senecio zosteræfolius</i>
		Brassicaceae (Cruciferae)	<i>Cardamine nasturtioides</i>
			<i>Nasturtium officinale</i>
		Calitrichaceae	<i>Callitriche deflexa</i>
			<i>Callitriche palustris</i>
			<i>Callitriche stagnalis</i>
			<i>Callitriche turbosa</i>
		Cariophyllaceae	<i>Spergularia rubra</i>
		Crassulaceae	<i>Crassula erecta</i>
		Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
			<i>Salicornia fruticosa</i>
		Elatinaceae	<i>Elatine chilensis</i>
		Haloragaceae	<i>Myriophyllum brasiliense</i>
			<i>Myriophyllum elatinoides</i>
		Hydrocotylaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
			<i>Hydrocotyle volckmanni</i>
		Lentibulariaceae	<i>Utricularia tenuis</i>
		Lithraceae	<i>Lythrium album</i>
		Myrtaceae	<i>Myrceugenia exsucca</i>
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba</i>		
Oenotheraceae (onagraceae)	<i>Jussiaea repens</i>		
Polygonaceae	<i>Polygonum hidropiperoides</i>		
Ranunculaceae	<i>Ranunculus flagelliformis</i>		
	<i>Ranunculus monanthos</i>		
Salicaceae	<i>Salix viminalis</i>		
Scrophulariaceae	<i>Gratiola peruviana</i>		
	<i>Limosella subulata</i>		
	<i>Mimulus bridgessi</i>		
	<i>Mimulus luteus</i>		
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en la Cuenca del Bío Bío

Grupo	Orden	Familia	Especie
Macrófitas		Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
			<i>Sagittaria chilensis</i>
		Cyperaceae	<i>Cyperus conceptionis</i>

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en la Cuenca del Bío Bío

Grupo	Orden	Familia	Especie
	Monocotyledonae	Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>
			<i>Heleocharis pachycarpa</i>
			<i>Scirpus americanus</i>
			<i>Scirpus californianus</i>
			<i>Scirpus cernuus</i>
			<i>Scirpus inundatus</i>
		Hydrocharitaceae	<i>Elodea densa</i>
		Juncaceae	<i>Juncus cyperoides</i>
			<i>Juncus microcephalus var floribundus</i>
			<i>Juncus procerus</i>
			<i>Juncus spp</i>
			<i>Juncus supiniformis</i>
			<i>Juncus supinus</i>
		Juncaginaceae	<i>Triglochin maritima</i>
			<i>Triglochin striata</i>
		Lemnaceae	<i>Lemna valdiviana</i>
		Poaceae (Graminae)	<i>Arundo donax</i>
		Potamogetonaceae	<i>Potamogeton brasiliense</i>
			<i>Potamogeton gayi</i>
			<i>Potamogeton linguatus</i>
			<i>Potamogeton lucens</i>
			<i>Potamogeton obtusifolius</i>
			<i>Potamogeton pectinatus</i>
			<i>Potamogeton pusillus var. tenuissimus</i>
			<i>Potamogeton stenostachys</i>
		Restionaceae	<i>Leptocarpus chilensis</i>
		Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>
Zannichelliaceae	<i>Zannichellia palustris</i>		
Pteridophyta	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	
	Isoetaceae	<i>Isoetes savatieri</i>	
	Acanthaceae	<i>Blechnum penna-marina.</i>	
	Compositae	<i>Hypochaeris radicata</i>	
	Poaceae	<i>Holcus lanatus</i>	
Bentos	Pelecypoda	Hyriidae	<i>Diplodon Chilensis</i>
	Veneroida	Sphaeridae	<i>Psidium chilensis</i>
	Amphipoda	Hiallelidae	<i>Hyaella sp.</i>
		Phoxocephalidae	<i>Nd</i>
	Decapoda	Aeglidae	<i>Aegla sp.</i>
			<i>Parastacus pugnax</i>
			<i>Samastacus spinifrons</i>
	Isopoda		<i>Exirolana sp.</i>
Acarina	Hydracarina	<i>Nd</i>	
Basomma		<i>Biomphalaria chilensis</i>	

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en la Cuenca del Bío Bío

Grupo	Orden	Familia	Especie
			<i>Biomphalaria sp.</i>
			<i>Gundlachia gayana</i>
			<i>Lymnaea viator</i>
			<i>Physa chilensis</i>
	Gastropoda	Chiliniidae	<i>Chilina dombeyana</i>
	Mesogas.		<i>Littoridina cumingii</i>
	Happlos		<i>Nd</i>
	Clitellata	Hirudinoidea	<i>Mesobdella sp.</i>
	Hidroid		<i>Nd</i>
	Coleoptera	Elmidae	<i>Elmidae nd</i>
		Hydroptilidae	<i>Hydroptilidae nd</i>
		Ptilodactilidae	<i>Ptilodactilidae nd</i>
	Diptera	Blephariceridae	<i>Blephariceridae nd</i>
		Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae nd</i>
		Empididae	<i>Empididae nd</i>
		Limoniidae	<i>Limoniidae nd</i>
		Orthocladiinae	<i>Orthocladiinae nd</i>
		Tanypodinae	<i>Tanypodinae nd</i> <i>Paratrichocladus sp.</i> <i>Simulium sp.</i>
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Nd</i>
		Caenidae	<i>Nd</i>
			<i>Meridialaris sp.</i>
			<i>Penaphlebia sp.</i>
	Hemiptera	Aphididae	<i>Aphididae nd</i>
		Cicaellidae	<i>Cicaellidae nd</i>
		Corixidae	<i>Corixidae nd</i>
		Notonectidae	<i>Notonectidae nd</i>
	Megaloptera		<i>Protochauloides sp.</i>
	Odonata	Anisoptera	<i>Anisoptera nd</i>
		Zygoptera	<i>Zygoptera nd</i>
	Plecoptera	Autroperlidae	<i>Antarctoperla michaelsoni</i>
			<i>Limnoperla jaffueli</i>
			<i>Neonemoura barrosi</i>
			<i>Notoperlopsis femina</i>
			<i>Pelurgoperla</i>
	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Glossosomatidae nd</i>
		Leptoceridae	<i>Leptoceridae nd</i>
		Odontoceridae	<i>Odontoceridae nd</i>
		Philopotamidae	<i>Philopotamidae nd</i>
		Trichoptera	<i>Dolophiloides sp.</i>
			<i>Hydroptila sp.</i>
			<i>Nectopsyche sp.</i>
	<i>Oxyethira sp.</i>		

Tabla 2.3 (Continuación): Especies de Flora y Fauna Acuática en la Cuenca del Bío Bío

Grupo	Orden	Familia	Especie	
			<i>Paraseracostoma sp.</i>	
			<i>Smi. (Rhyacophilax) sp.</i>	
			<i>Smicidea (Smicr.) sp.</i>	
	Gordioi		<i>Gordius sp.</i>	
	Plesiop	Tubificidae	<i>Tubifex sp.</i>	
	Prosopo	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus sp.</i>	
	Plumate			<i>Fredericella slutana</i>
				<i>Plumatela sp.</i>
				<i>Perneareis gualpensis</i>
	Temnoce		<i>Temnocephala chil.</i>	
Triclad		<i>Nd</i>		
Peces	Atheriniformes	Atherinidae	<i>Basilichthys australis</i>	
			<i>Cauque mauleanum</i>	
	Ciclostomata	Geotridae	<i>Geotria australis</i>	
	Cypriniformes	Characidae	<i>Cyprinus carpio</i>	
			<i>Cheirodon galusdae</i>	
	Perciformes	Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>	
			<i>Percilia irwini</i>	
	Salmoniformes	Galaxidae	<i>Galaxias maculatus</i>	
		Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
			<i>Salmo trutta</i>	
Siluriformes	Diplomystidae	<i>Diplomystes Nahuelbutaensis</i>		
	Trichomycteridae	<i>Bullockia maldonadoi</i>		
		<i>Nematogenys inermis</i>		
		<i>Trichomycterus areolatus</i>		

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

La cuenca del río Bío Bío, desde el punto de vista político – administrativo, abarca el territorio correspondiente a 30 comunas que están distribuidas en las provincias de Ñuble, Concepción, Bío Bío y Malleco, en la VIII Región de Chile.

Algunas de estas comunas se encuentran completamente dentro de la cuenca, como: Hualqui, Los Angeles, Antuco, Quilleco, Santa Bárbara, Quilaco, Mulchén, Negrete, Nacimiento, Laja, Yumbel, San Rosendo, Angol, Renaico, Collipulli y Ercilla. Otras, mantienen parte importante de su territorio y/o su población en la cuenca como: Concepción, Santa Juana, Cabrero, Traiguén y Talcahuano. También hay comunas que sólo tienen una pequeña porción de su territorio dentro de los límites de la cuenca, como Florida, Coronel, Tucapel, Curacautín, Pinto, Yungay y Quillón.

La cuenca, posee un total de 326 localidades pobladas, de las cuales 17 son ciudades y el resto lo conforman poblados con menor cantidad de habitantes y un número importante de 271 localidades rurales.

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

Tabla 2.4: Población total cuenca del río Bío Bío

Nombre Asentamiento	Nº Habitantes	Cauces asociados
Concepción	216.061	Río Bío Bío
Los Angeles	166.556	Río Bío Bío
Angol	48.996	Río Vergara
Mulchen	29.003	Río Mulchén, Río Bureo
Nacimiento	25.971	Río Bío Bío, Río Vergara
Cabrero	25.282	Río Laja
Laja	22.404	Río Laja, Río Bío Bío
Collipulli	22.354	Río Malleco
Yumbel	20.498	Río Laja
Santa Barbara	19.970	Río Bío Bío
Hualqui	18.768	Río Bío Bío
Santa Juana	12.713	Río Bío Bío

[Ref. 2.13]

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

De acuerdo al número de habitantes, la ciudad de Concepción, es la de mayor importancia con 216.061 habitantes al año 2002. La distribución espacial de los asentamientos anteriores, en general, se emplazan próximos al Río Bío Bío y sus tributarios (Río Vergara, Río Mulchén, Río Bureo, Río Laja y Río Malleco).

En general, los poblados de la cuenca del Bío Bío se distribuyen principalmente en los sectores de la depresión intermedia y la costa.

2.4.2 Actividades económicas

La economía de la VIII región, medida a través del Producto Interno Bruto, ha tenido un crecimiento inferior al promedio nacional, entre los periodos 1985 – 1990 y 1990 – 1997. Las tasas de crecimiento promedio anual a nivel nacional, fueron de un 6,7% y 7,7% respectivamente, en los periodos indicados. En tanto, las de la región se mantuvieron en el 4.4%, para ambos periodos.

**Tabla 2.5: Evolución del PIB Nacional y Regional
(Tasa de crecimiento promedio anual)**

PERIODO	NACIONAL	REGIÓN
1974 – 1985	2,2%	2,2%
1985 – 1990	6,7%	4,4%
1990 - 1997	7,7%	4,4%

[Ref. 2.10]

La participación de la región en el producto bruto total, ha presentado una lenta disminución, pasando de un 10,1% el año 1986, a un 9,2% en 1990 y, a un 7,2% en 1997. Lo mismo ocurre en los promedios simples de participación por periodos, que se reducen de 9,7% en el período 86 – 90 a 8,1% en el período 90 – 97. (Ver cuadro)

**Tabla 2.6: Participación Regional en el PIB Bruto Nacional
(Porcentajes promedios simples sobre el PIB)**

PERIODOS	REGION BÍO BÍO	REGION METROP.	REGION VALPARAÍSO
1986 – 1990	9,7%	38,5%	8,6%
1990 – 1997	8,1%	39,6%	7,8%

[Ref. 2.3]

Por otra parte, la estructura sectorial del producto regional históricamente ha estado determinada por tres sectores de actividad económica: “industria manufacturera”, “silvoagropecuario” y “transporte y comunicaciones”; con aportes al año 1996, del 36%, 8,5% y 11,7%, respectivamente. La actividad industrial en la cuenca está representada por 30 industrias, de las cuales se consideraron 11 que descargan directamente en algún cauce para efectos de análisis.

Lo que varía en forma importante en el período 1990 – 1996 son los índices de crecimiento del producto por sectores. Los de mayor crecimiento fueron los sectores de “servicios financieros”, “transporte y comunicaciones”, “pesca”, y “electricidad, gas y agua”.

Como se aprecia, en el cuadro siguiente que presenta el “Índice de Crecimiento Regional del PIB por Sectores”, en que la base 100 corresponde al año 1990, incrementándose al año 1996 a 188,2 para el sector “servicios financieros” y a 160,1 para el de “electricidad, gas y agua”. Ello corresponde a un crecimiento promedio anual en el período de 14,7% y 10,0% respectivamente. Esto acorde con la instalación de nuevas instituciones financieras y de centrales hidroeléctricas, respectivamente, en el periodo.

**Tabla 2.7: Índice de Crecimiento Regional del PIB por Sectores
(Índice base 1990=100)**

SECTORES	INDICE CRECIMIENTO (1990 – 1996)
Agropecuario – Silvícola	96.2
Pesca	165.6
Minería	20.0
Ind. Manufacturera	125.0
Elec., Gas y Agua	160.1
Construcción	136.1
Comercio, Restaurantes y Hoteles	149.6
Transporte y Comunicaciones	171.4
Servicios Financieros	188.2
Propiedad de la Vivienda	114.9
Servicios Personales	124.1
Administración Pública	112.6
Imputaciones Bancarias	214.8
TOTAL PIB REGIONAL	129.2

[Ref. 2.10]

Los sectores en decrecimiento son “minería” y “silvoagropecuario”. El rezago de la actividad minera se debe, a la pérdida de la competitividad del carbón mineral, derivada

de los altos costos de explotación que presentan los yacimientos de la región. La menor participación y crecimiento de las actividades “silvoagropecuarias”, en tanto, se debe a la drástica disminución de los cultivos anuales tradicionales, (aprox. 70.000 has. menos cultivadas en la última década), rubros que no pueden ser reemplazados del todo por otros de carácter emergente, como el hortofrutícola.

Debe destacarse el carácter exportador de la economía regional, cuyas exportaciones representan en 1999, el 13,4% del total nacional. Los principales rubros exportados, corresponden a los productos elaborados y no elaborados del sector “forestal”, que representan el 71,9% del total en 1999. Le siguen los productos del sector “pesca”, con el 17,8%.

2.5 Usos del Suelo

Los usos del suelo se ilustran en la figura 1940-BIO-01 y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2.8: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Bío Bío

Cuenca del río Bío Bío (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
2.426.400	Praderas	162.872	7
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	70.496	3
	Plantaciones forestales	474.648	20
	Áreas urbanas e industriales	10.132	0,4
	Minería Industrial	229	0,01
	Bosque nativo y bosque mixto	738.310	30
	Otros Usos*	920.477	38
	Áreas sin vegetación	49.237	2

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.11].

2.5.1 Uso agrícola

Los terrenos de uso agrícola, destinados a cultivos intensivos y agro-industriales, se ubican de preferencia en los llanos de la depresión central, abarcando una superficie de 70.496 há. Los suelos de uso agrícola de secano se distribuyen en la plataforma de piedmonte fluviovolcánico del sector norte del Bío Bío y, en la Cordillera de la Costa, se cultivan los siguientes productos:

Tabla 2.9: Principales grupos de Cultivos en la cuenca

Grupo Cultivo	Cultivo
Cereales	Trigo, avena, cebada, maíz
Chacras	Papas, frejoles, lentejas
Hortalizas	Lechugas, tomates, repollos
Cultivos industriales	Remolacha, raps, maravilla
Viñedos	Uva de mesa, vinífera
Frutales	Cerezos, manzanos, perales
Forrajeras	-

Dentro de la VIII Región, las provincias de mayor importancia según la superficie de terrenos de uso agrícola son Bío Bío y Concepción, las que tiene parte importante de su territorio en la cuenca. Ambas poseen una superficie de 56.788 ha y 7.977 ha respectivamente. Por su parte en la provincia de Ñuble, se cultivan sólo 919 ha.

Exceptuando las praderas naturales y artificiales, además de otros suelos que ocupan la mayor superficie cultivada de la región, están los cereales, chacras y cultivos industriales. Prácticamente la totalidad de estos cultivos se realiza bajo riego, ya que sus períodos de desarrollo vegetativo ocurren en primavera y verano, con una alta demanda hídrica.

Los cultivos más importantes dentro de la cuenca son el trigo, remolacha, avena, papas, raps, cebada y maíz. En el caso del trigo, éste se cultiva en suelos planos regados y de secano de la depresión central; en los trumaos de lomajes de piedmont en la cordillera andina y en algunos terrenos de la cordillera de la Costa. Sin embargo, este cultivo ha provocado graves problemas de erosión de los suelos en localidades como Yumbel, Florida, Mulchén, Nacimiento y otras.

En el caso del raps, éste ocupa preferentemente los lomajes del piedmont andino y forma parte de la rotación de secano de estas áreas. La superficie cultivada de avena

se da preferentemente en suelos trumaos y aluviales, formando parte de la rotación en zonas de secano. La remolacha exige suelos de buena calidad en áreas bajo riego de las series Arrayán, Diguillín, Santa Bárbara entre otros.

La localización de la superficie cultivada por maíz, está determinada por factores climáticos y de regadío. La cebada necesita ser cultivada bajo riego y las papas de preferencia se cultivan en suelos de las series Arrayán, Coihueco, Curañipe y Mirador.

Los cultivos de hortalizas y flores, concentrados en los sectores de las provincias de Ñuble y Concepción, no han sido de gran importancia. Así como también las plantaciones de frutales cuya mayoría se encuentra en las provincias de Ñuble y Bío Bío, con 44,2% y 30,4% respectivamente de la superficie total regional plantada.

Las viñas y parronales se ubican preferentemente en suelos del secano interior de la cordillera de la Costa, principalmente en las provincias de Ñuble, Bío Bío y Concepción. En algunos casos este tipo de plantaciones ha sido sustituido por plantaciones de pino radiata.

Entre los frutales, los productos más interesantes han sido el peral, guindo agrio, kiwi y frambuesa, ubicadas mayoritariamente en Ñuble y Bío Bío.

Las forrajeras anuales corresponden en parte a las rotaciones de cultivo de las áreas regadas de la depresión central de las provincias de Ñuble y Bío Bío. Por su parte las praderas naturales predominan en el secano costero y en la precordillera andina.

Los suelos arados en barbecho y rastrojo, corresponden a un complemento de las prácticas de preparación del suelo de secano para el cultivo preferente de trigo en el piedmont andino y en el secano costero, donde además se utiliza el fuego para eliminar rastrojos.

En cuanto al uso pecuario, las áreas destinadas para ello se ubican en el sector de secano de la Cordillera de la Costa, faldeos precordilleranos andinos y también en los suelos regados de la depresión intermedia. [Ref. 2.11][Ref. 2.12]

2.5.2 Uso forestal

El uso forestal es uno de los más representativos en la cuenca. Abarca una superficie de 493.154 Ha, de las cuales 474.648 corresponden a bosques plantaciones y el resto a Bosque Mixto (18.506).

La región del Bío Bío concentra 46,1% de las plantaciones del país y 35,6% de las de eucalipto. Un 46% aproximadamente de la superficie cultivable es destinada a plantaciones forestales; mientras el 40% y 14% son destinadas a praderas ganaderas y uso agrícola respectivamente. De esta manera las provincias de Bío Bío y Arauco destacan por el uso forestal de sus suelos.

La superficie forestal productiva está constituida principalmente por plantaciones de pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) e insigne y eucalipto (*Eucalyptus* s.p). La mayor parte de estas plantaciones se establece en terrenos descubiertos con grados variables de erosión.

Este uso ha dado gran importancia a la región. La expansión de las plantaciones de pino se ha dado por las condiciones ecológicas de la zona (clima, suelo, etc.). Esto permite un crecimiento anual de 28m³/ha año, ritmo de crecimiento altamente rentable para la silvicultura.

La distribución de plantaciones de pino (radiata e insigne) se da en toda la cuenca, especialmente en la precordillera andina y la cordillera de la Costa. Se presentan en sectores tales como la ribera norte del curso medio del río Laja y entre éste y el Río Duqueco (cercañas de Los Angeles). Estas plantaciones, se presentan mayormente en la ribera sur del río Bío Bío hacia su desembocadura y en sectores de la cordillera de la Costa.

El uso del suelo con plantaciones forestales tiene doble finalidad. Por una parte es productivo y por otra suele utilizarse para realizar prácticas de control de erosión de los suelos, principalmente con pino radiata. [Ref. 2.11][Ref. 2.12]

2.5.3 Uso urbano

La distribución poblacional dentro de la cuenca se relaciona directamente con las actividades económicas que desarrolla la población. Se muestra una clara concentración de

asentamientos de tipo urbano en las zonas costeras de la cuenca, destacando la ciudad de Concepción. El uso urbano en la cuenca (ciudades, pueblos y zonas industriales), abarca una superficie de 10.132 Ha. La superficie destinada a la minería industrial, comprende una superficie de 229 Ha.

La ciudad de Concepción, tiene una superficie urbanizada de 2.793 Ha. Se ubica en la parte noroeste de la cuenca, en la desembocadura del río Bío Bío. Se localiza entre los 36° 48' y 36° 51' latitud sur y los 73° 01' y 73° 05' longitud oeste. La importancia de este centro poblado, radica en ser el segundo en la jerarquía nacional y la capital de la VIII región, concentrando la mayor cantidad de población urbana y de servicios dentro de la cuenca.

El uso urbano está dado por el uso de servicios y comercio, además del residencial e industrial; los que se distribuyen casi con el mismo patrón que Santiago. Los primeros se concentran en el centro de la ciudad mientras los segundos se distribuyen hacia la periferia.

El área urbana generada inicialmente en torno a Concepción, continúa su expansión. Se ha reformulado el Area Metropolitana, incorporando 4 comunas, lo que se traduce en que el 62 % de la población urbana regional se concentra en solo el 8 % del territorio regional.

Al interior de la cuenca en los sectores de la depresión intermedia, también predomina la población urbana pero el tamaño de estos centros, disminuye en comparación a Concepción. En estos poblados, las actividades económicas de importancia corresponden a la industria y a la actividad silvoagropecuaria, cumpliendo las ciudades con el rol de prestador de servicios.

La depresión intermedia, también alberga los centros poblados de Los Angeles y decenas de pueblos ligados a la actividad forestal como Yumbel, Monte Águila, Quilleco, entre otros. La ciudad de Los Angeles, conserva su carácter de principal centro urbano de la provincia de Bio Bío constituyendo un foco de atracción de las comunas próximas. En torno a esta ciudad, se ha generado un subsistema espacial conformado por las ciudades de Mulchén y Nacimiento, en el cual se concentra el 12% de la población urbana regional. [Ref. 2.11][Ref. 2.13]

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplaza en la cuenca, corresponden al Parque Nacional Laguna del Laja, Parque Nacional Nahuelbuta y las Reservas Nacionales de Ñuble, Malleco, Malalcahuello, Ralco, Lago Guallehue, Las Nalcas, Alto Bío Bío. La superficie total abarcada por estas áreas es de 139.500 Ha aproximadamente, equivalentes al 6% de la superficie total de la cuenca.

En esta cuenca las áreas de Conservación de la Biodiversidad corresponden a: Quebrada Caramávida, Fundo Nonguén, Río Polcuras Alto del Bío Bío y Fundo Villacura.

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 Bío Bío es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Bío Bío

Estación	Período de Registro
RÍO LONQUIMAY EN JUNTA BÍO BÍO	1985 – 2001
RÍO BÍO BÍO EN RUCALHUE	1950 – 2001
RÍO LIRQUÉN EN CERRO EL PADRE	1950 – 2001
RÍO DUQUECO EN VILLUCURA	1964 – 2001
RÍO DUQUECO EN CERRILLOS	1962 – 2001
RÍO BÍO BÍO EN COIHUE	1983 – 2001
RÍO NICODAHUE EN PICHÚN	1988 – 2001
RÍO BÍO BÍO EN DESEMBOCADURA	1970 – 2001
RÍO RUCUE EN CAMINO A ANTUCO	1983 – 2001
RÍO LAJA EN TUCAPEL	1958 – 1965 y 1993 -1994
RÍO LAJA EN PUENTE PERALES	1957 – 2001
RÍO CLARO EN CAMINO YUMBEL – ESTACIÓN	1985 – 2000
RÍO MULCHÉN EN MULCHÉN	1950 – 2001
RÍO BUREO EN MULCHÉN	1950 – 2001
RÍO RENAICO EN LONGITUDINAL	1982 – 2001
RÍO MININCO EN LONGITUDINAL	1963 – 2001
RÍO MALLECO EN COLLIPULLI	1950 – 2001
RÍO VERGARA EN TIJERAL	1964 – 2001

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

En la cuenca del Bío Bío se pueden distinguir dos regímenes hidrológicos:

- Pluvio Nival: Presenta caudales medios mensuales notablemente mayores en los meses de lluvias y de deshielos. Lo presentan los cauces en la zona de la Cordillera de los Andes, aunque los ríos Bío Bío y Laja, debido a la

gran influencia nival que se produce en la parte superior del cauce, manifiestan esta característica durante todo su recorrido por el valle central.

- Pluvial: Presenta caudales medios mensuales máximos en los meses de junio y julio y es manifestado por cauces que se desarrollen en el valle central y en los faldeos cordilleranos. Ríos que se encuentran cercanos a la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes muestran un comportamiento pluvial más que pluvio nival por la importancia de las precipitaciones orográficas en ellos.

En la siguiente tabla se presentan las distintas estaciones y los regímenes a que pertenecen.

Tabla 3.2: Grupos de Estaciones Fluviométricas

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvio Nival	RIO LONQUIMAY EN JUNTA BÍO BÍO
2		RIO BÍO BÍO EN RUCALHUE
3		RIO BÍO BÍO EN COIHUE
4		RIO LAJA EN TUCAPEL
5		RIO LAJA EN PUENTE PERALES
6	Pluvial	RIO LIRQUÉN EN CERRO EL PADRE
7		RIO DUQUECO EN CERRILLOS
8		RIO DUQUECO EN VILLUCURA
9		RIO MULCHÉN EN MULCHÉN
10		RIO BUREO EN MULCHÉN
11		RIO RENAICO EN PANAMERICANA
12		RIO MININCO EN PANAMERICANA
13		RIO MALLECO EN COLLIPULLI
14		RIO VERGARA EN TIJERAL
15		RIO NICODAHUE EN PICHÚN
16		RIO RUCÚE EN CAMINO A ANTUCO
17		RIO CLARO EN CAMINO YUMBEL – ESTACIÓN
18		RIO BÍO BÍO EN DESEMBOCADURA

Para cada uno de los regímenes se escogió una estación patrón con el objetivo de completar y extender estadística. Las estaciones seleccionadas son las siguientes:

- Bío Bío en Rucalhue
- Lirquén en Cerro el Padre

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

3.2 Usos del Agua

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

Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- Catastro de Bocatomas III a VIII Regiones DGA.
- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad VIII Región del Biobío”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP enero 1996.

3.2.1 Usos in – situ

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

a) Acuicultura

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.

b) Pesca deportiva y recreativa

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

En esta cuenca se desarrolla la pesca deportiva solo en la laguna del Laja.

3.2.2 Usos extractivos

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

a) Riego

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

La demanda bruta de riego estimadas al año 1993 correspondía a 71,302 m³/seg.

Las demandas por regadío se concentran en el valle intermedio, presentando requerimientos en el período comprendido por octubre y marzo, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Los principales cultivos de la cuenca corresponden a cereales y praderas, a los que les siguen las chacras y hortalizas y en menor medida, los cultivos de vides y frutales. Este patrón se repite en los seis sectores antes mencionados.

b) Captación para agua potable

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

En relación a las demandas de agua potable, éstas se concentran en 19 localidades de la cuenca. En la siguiente tabla se indican las demandas de agua potable para el sector residencial de estas localidades estimadas al año 2017.

Tabla 3.3: Demanda bruta de agua potable estimada año 2017

Localidad	Demanda (l/s)
Concepción	653,65
Los Angeles	525,69
Algol	117,91
Mulchén	63,17
Laja	38,28
Collipulli	47,23
Nacimiento	44,91
Hualqui	22,18
Cabrero	22,75
Yumbel	20,26
Santa Bárbara	14,01
Renaico	13,77
Santa Juana	13,18
San Rosendo	6,78
El Progreso	5,82
Negrete	6,45
Lonquimay	5,26
Los Sauces	5,08
Monte Aguila	6,37

[Ref. 3.1]

En las bases de datos proporcionadas por la DGA se han detectado bocatomas para este uso en la parte alta del río Laja y en el río Malacura.

c) Generación de energía eléctrica

El aprovechamiento hidroeléctrico del río Laja consiste en la utilización, con fines energéticos, de las aguas provenientes de la hoya hidrográfica del curso superior del río, en la zona comprendida entre su nacimiento y las bocatomas de los primeros canales de riego, ubicados aguas arriba del pueblo de Antuco.

Las instalaciones que aprovechan las aguas del río Laja, son las centrales de Abanico, El Toro, Antuco, Peuchén, Mampil y Rucue (perteneciente a Colbún S.A.), las obras de captación del Alto Polcura y las obras de regulación del Lago Laja.

Las centrales Abanico y El Toro, se ubican 90 Km al oriente de la ciudad de Los Ángeles. La primera, utiliza las aguas del lago Laja mediante el túnel de vaciado, obra que permite disponer de las aguas del lago Laja y de los esteros Cipreses y Trubunleo. Esta central según su diseño es de tipo de pasada, posee un caudal de 112 (m³/s) y una potencia de 136 MW. Su funcionamiento comenzó en 1948. Actualmente utiliza los esteros ya mencionados y las filtraciones del lago Laja, ya que es más rentable generar con las aguas del lago en la Central El Toro. La Central El Toro, utiliza las aguas del Lago Laja y además, los recursos del río Polcura que son desviados hacia dicho lago mediante la captación Alto Polcura. El caudal de esta central es de 97,3 (m³/s) y tiene una potencia de 450 MW. Según su diseño corresponde al tipo de regulación interanual con aducción en túnel. Fue puesta en servicio el año 1973.

En la misma zona se encuentra la Central Antuco que utiliza los recursos de los ríos Polcura, Laja y Pichipolcura y de los esteros Malalcura, Cipreses y El Toro y las aguas provenientes de las descargas de las centrales Abanico y El Toro. Posee una potencia de 320 MW y un caudal de 250 (m³/s). Esta central corresponde al tipo de pasada con regulación horaria y comenzó a operar desde el año 1981. La central Rucue es la última central en operación en el río Laja y ocupa los caudales descargados por la central Antuco y las aguas del río Rucue, antes de su junta con el río Laja.

La central hidroeléctrica Pangué, ubicada 100 km al oriente de la ciudad de Los Ángeles, utiliza las aguas del río Bío Bío mediante un embalse artificial. La potencia de esta central es de 467 MW y posee un caudal de 500 (m³/s). En el año 1996 fue puesta en servicio. El volumen total del embalse es de 175 mill. (m³).

Las centrales Peuchén y Mampil son de propiedad de IBENER y su puesta en marcha fue en el año 2000. Ambas se ubican en el margen izquierdo del río Duqueco y sus potencias máximas son 75 MW y 49 MW respectivamente.

El proyecto Ralco se ubica en el curso superior del río Biobío, a 16 km aguas arriba del muro de la presa de la Central Pangué. La central tiene un caudal de 368 (m³/s) y una potencia de 570 MW. El volumen total del embalse es de 1222 millones (m³) y se espera que la central entre en operación en el año 2004 (ENDESA, 2000).

A continuación se presenta una tabla de resumen con las centrales hidroeléctricas presentes en la cuenca:

Tabla 3.4: Centrales hidroeléctricas en la cuenca del Bio Bío

Central	Utilización de recursos	Tipo de Central
Abanico	Lago Laja, río Laja y esteros Cipreses y Turbunleo	Pasada y regulación interanual si se utilizan recursos del Lago Laja
El Toro	Lago Laja y río Polcura	De regulación interanual
Antuco	Ríos Polcura, Laja y Pichipolcura y de los esteros Malalcura, Cipreses y el Toro.	De pasada con regulación horaria.
Pangue	Río Bío Bío	Regulación estacional
Ralco	Río Bío Bío	Regulación estacional
Mampil	Río Duqueco	De pasada
Peuchén	Río Duqueco	De pasada
Rucue	Ríos Laja y Rucue	De pasada

[Ref. 3.1]

d) Actividad industrial

La cuenca del Biobío cuenta con más de 50 empresas que desarrollan actividades industriales que demandan agua para sus procesos productivos.

En la subcuenca del Malleco y del Vergara (0835), la única industria de importancia que tiene una gran demanda de agua, se localiza en el pueblo de Mininco y corresponde a la Celulosa del Pacífico con un caudal del orden de 1.800.000 (m³/mes), lo que equivale a unos 694 (l/s) como demanda neta del río Renaico. Estas aguas son descargadas en el cauce del Biobío. El resto de las industrias que ejercen demanda en esta subcuenca la realizan con un caudal que bordea los 780.000 (m³/mes), lo que equivale a unos 301 (l/s), representando la demanda de las industrias forestales un 98%, en tanto que el 2% restante se encuentra ejercido por las industrias de los rubros elaboración de productos lácteos, teñidos de cueros e impresos. No se dispone de información acerca de la localización de las bocatomas de estas industrias más pequeñas.

En el sector de la cuenca comprendido entre los ríos Vergara y Laja, la industria que realiza la mayor demanda de agua corresponde a la Compañía Manufacturera de Papeles S.A. con un caudal de 3.970.000 (m³/mes), lo que equivale a unos 1.530 (l/s). La demanda bruta total de esta subcuenca es de 10.602.650 (m³/mes), es decir, 4.091 (l/s). Para la localización de estas demandas se utilizó la información proveniente de las bases de datos del Catastro de Bocatomas de la DGA.

Las demandas en el Biobío, aguas abajo del río Claro provienen mayoritariamente de las industrias del rubro petróleo y derivados (8.106 l/s) y del rubro de metalurgia (2.338 l/s). La demanda bruta sobre esta subcuenca alcanza a unos 11.309 (l/s). [Ref. 3.1] Estas demandas no se pueden asignar a un segmento específico.

Esta información corresponde al año 1996.

e) Actividad minera

Las demandas mineras corresponden a los derechos de agua oficialmente otorgados a las empresas mineras, de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 3.5: Demandas Mineras

Nombre	Res.	Fecha	Fuente	Derechos (l/s)
Lavaderos de Oro	830	12-11-41	Río Lonquimay	300
Lavaderos de Oro	838	11-11-41	Río Naranjo	500

[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).

En la cuenca del río Biobío existen los siguientes sitios contemplados en el SNASPE:

- Parque Nacional Laguna del Laja: Hermoso parque de 11.600 hectáreas, cuyo atractivo principal lo compone la laguna, que le da su nombre, de color verde esmeralda y bordes de escoria volcánica. Se caracteriza por su riqueza vegetal, en donde el ciprés de cordillera y las milenarias araucarias dominan el paisaje. Además, existen ventisqueros y saltos de gran belleza escénica.

- Reserva Nacional Ñuble: Esta reserva se caracteriza porque en su interior habita una de las últimas poblaciones de Huemul en la zona central de Chile.
- Reserva Nacional Ralco: Aquí habitan y se desarrollan muchas especies de animales y aves que es necesario proteger por su importancia ecológica y estado de conservación. Entre las más conocidas, se puede mencionar el puma, la vizcacha, el zorro culpeo, la bandurria, el pato cortacorrientes, el peuco y el cóndor. La flora está compuesta por bosques centenarios de araucaria y lenga, además de ñirre, coihue y raulí, entre otros árboles nativos.
- Reserva Nacional Alto Biobío: Se caracteriza por la existencia del puma, pudú, zorro chilla, huillin, cóndor y carpintero negro, entre el espeso bosque coronado por bellas araucarias de más de 45 mt de altura.
- Reserva Nacional Malalcahuello: Esta pequeña reserva destaca por su gran diversidad de flora cuyas particularidades se pueden observar a medida que se desciende de las laderas volcánicas, donde el bosque nativo se presenta de diferentes formas y colores. Entre todas las especies, destaca la araucaria, la cual se encuentra acompañada por robles, raulíes y coigües, aunque estos últimos se ven a menor altitud que la araucaria.
- Reserva Nacional Las Nalcas: La vegetación de esta zona corresponde al bosque alto andino, con araucaria, lenga, coihue, roble y raulí, albergando una rica fauna entre las que se destacan: puma, zorro, chilla, culpeo, choroy, carpintero negro y lechuza.
- Parque Nacional Nahuelbuta: Se sitúa en plena cordillera de Nahuelbuta, al oeste de Angol en la región de La Araucanía. Esta cordillera posee las condiciones necesarias para que la araucaria, árbol que habitualmente se le encuentra en la precordillera y cordillera de los Andes, se desarrolle cerca de la costa, existiendo ejemplares cuya edad se calcula de 2 mil años. En el parque se encuentran, además, coigües, robles, lengas y plantas insectívoras. Entre las aves y mamíferos que se pueden encontrar destacan zorros, carpinteros negros, chucaos y churrines.

- Reserva Nacional Laguna Gualletue: Sector con playas y lugares donde alquilan botes y caballos. En esta laguna nace el río Biobío. Unos 10 kilómetros más adelante, en pleno territorio mapuche, se encuentra la laguna Icalma, prácticamente en el límite con Argentina.
- Reserva Nacional Malleco: Abarca 6.474 hectáreas, albergando bosques con especies autóctonas como la Araucaria, Tapa y Laurel, además del magnífico salto del río Malleco.

En cuanto a la “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad VIII Región del Bío Bío”, 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

Según la Comisión Especial de Pueblos Indígenas 1992, no se informan derechos de agua otorgados a comunidades indígenas, a pesar de la presencia de 104 comunidades en esta cuenca. Sin embargo, de acuerdo a información entregada por al DGA, existen dos derechos de agua otorgados a través de las Resoluciones N° 303 del 03 de abril del 2002 y N° 378 del 30 de abril del 2002: comunidad indígena Kiñe Leche Coyan, en la comuna de Sta. Bárbara. Ambas resoluciones les hace entrega de un uso no consuntivo y permanente de aguas del Bío Bío en el mes de enero por caudales de 1110 y 102 (l/s) respectivamente. Sin embargo, no se dispone de información acerca de la ubicación de dicha comunidad.

3.2.5 Conclusiones

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

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

Tabla 3.6: Usos de agua por segmento en la cuenca del Bío Bío

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río BioBío	0830BI10			•					•	
	0830BI20			•						
	0830BI30									
	0831BI10			•		•			•	
	0831BI20			•						
	0831BI30			•			•			
	0831BI40			•						
	0833BI10									
	0833BI20			•						
	0836BI10									
	0836BI20									
	0839BI10							+		
	0839BI20			•	•					
	0839BI30				•			•		
Río Lonquimay	0830LO10			•				•	•	
Río Lirquén	0831LI10			•						
Río Duqueco	0832DU10			•	•	•	•			
	0832DU20			•			•			
Río Bureo	0833BU10			•						
	0833BU20			•						
Río Mulchén	0833MU10			•						
Río Mininco	0834MI10			•						

* Esta columna se incluyen sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

+ Con los antecedentes disponibles no es posible asignar este uso a un segmento específico

Tabla 3.6 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del Bío Bío

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Renaico	0834RE10			•					•	
	0834RE20			•						
Río Malleco	0835MA10			•					•	
	0835MA20			•						
Río Rehue	0835RH10			•						
	0835RH20			•						
Río Vergara	0835VE10			•						
	0835VE20			•						
Río Guaqui	0836GU10			•						
Río Nicodahue	0836NI10			•						
Río Polcura	0837PO10								•	
Río Rucue	0837RU10			•		•				
Río Claro	0838CL10			•						
Río Laja	0837LA10				•	•			•	
	0837LA20	•		•						
	0838LA10			•			•			
	0838LA20			•						
	0838LA30			•						

[Ref 3.1]

* Esta columna se incluyen sitios SNAPE, sitios priorizados, santuarios, etc.

3.3 Descargas

3.3.1 Aguas servidas

En relación a las aguas servidas, las cantidades descargadas a la cuenca del río Bío Bío sin algún tipo de tratamiento corresponden a 870 L/s, lo que equivale a 27 millones de m³/año.

En cuanto a la cobertura de tratamiento de aguas servidas al 30 de noviembre 2002, son nueve las localidades que cuentan con algún tipo de tratamiento en sus aguas. En la tabla 3.7 se incluyen aquellas localidades que cuentan con planta de tratamiento.

**Tabla 3.7: Plantas de Tratamiento Operativas
Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas Autorizados (al 30 noviembre 2002)**

Región	Empresa	Sistema de Tratamiento	Comuna	Inicio Op.
VIII	ESSBIO S.A.	Lodos Activados los Angeles	Los Angeles	2002
		Lodos Activados Monte Aguila	Monte Aguila	2001
		Fosa Séptica Quilaco	Quilaco	1995
		Lodos Activados Quilleco	Quilleco	2001
		Lodos Activados San Rosendo	San Rosendo y Laja	2002
		Lodos Activados Santa Juana	Sta. Juana	2001
IX	ESSAR	Laguna Estabilización Ercilla	Ercilla	1997
		Laguna Estabilización Los Sauces	Los Sauces	1998
		Laguna Estabilización Mininco	Mininco	1999

Caso especial es la localidad de Quilaco en donde sólo es tratado el 50% del total de las aguas servidas. En las otras 8 localidades que cuentan con tratamiento se depura el total de las aguas servidas por ellas producidas.

La ciudad de Lonquimay vierte un caudal no tratado al río Bío Bío de 530 [m³/día] de aguas servidas con una DBO₅ 130 [kg/día]. Así mismo Santa Bárbara vierte un caudal 910 [m³/día] con una carga orgánica DBO₅ 230 [kg/día].

La ciudad de Quilaco vierte sus aguas al río Lirquén cerca de la confluencia con el Bío Bío con un caudal de 180 [m³/día], pero sólo se tratan la mitad de las aguas servidas por lo que se tiene una concentración “sucía” de DBO₅ 25 [kg/día] y otra “limpia” de 6 [kg/día], ambas con un flujo correspondiente a la mitad del caudal total.

Aguas abajo las ciudades Mulchén y Negrete vierten caudales de 2800 [m³/día] y 750 [m³/día] con una DBO₅ 700 [kg/día] y 190 [kg/día] respectivamente, al río Bureo; ambas ciudades no cuentan con tratamiento para las aguas servidas.

La ciudad de Renaico vierte 860 [m³/día], con una DBO₅ 215 [kg/día], al río del mismo nombre; en tanto la ciudad de Mininco vierte 100 [m³/día] con una carga orgánica DBO₅ 6 [kg/día] al río Mininco, esta ciudad cuenta con tratamiento para sus aguas servidas.

Las ciudades de Angol y Nacimiento vierten sus aguas servidas al río Vergara con caudales de 7520 [m³/día] y 2850 [m³/día] respectivamente, y con una DBO₅ 1880 [kg/día] y 710 [kg/día]; ninguna de estas ciudades tiene tratamiento para sus aguas servidas.

La ciudad de Collipulli vierte al río Malleco 2160 [m³/día] con una DBO₅ de 540 [kg/día] sin tratamiento alguno. La ciudad Los Sauces vierte al río Rehue 620 [m³/día] con una DBO₅ 40 [kg/día] y Ercilla vierte al río Huequén 270 [m³/día] con una DBO₅ 20 [kg/día]; ambas localidades tiene tratamiento en sus aguas servidas.

La ciudad de Los Angeles vierte sus aguas servidas a los esteros Quilque y Paillihue con un caudal en conjunto de 19680 [m³/día] y una carga orgánica DBO₅ 1230 [kg/día], esta ciudad sí cuenta con tratamiento de aguas servidas. La localidad de Quilleco vierte sus aguas servidas en el estero San Vicente con un caudal de 300 [m³/día] y una carga orgánica DBO₅ 19 [kg/día], la que finalmente llega hasta el río Duqueco, esta localidad también cuenta con tratamiento para sus aguas servidas.

En la subcuenca Río Laja Bajo (hasta junta río Rucue) las localidades de Yumbel y Monte Aguila vierten sus aguas servidas en los esteros Yumbel y Monte Aguila respectivamente con caudales de 1550 [m³/día] y 470 [m³/día], con cargas orgánicas DBO₅ de 390 [kg/día] y 30 [kg/día] respectivamente, Monte Aguila cuenta con tratamiento para sus aguas, no así Yumbel; en tanto la localidad de Cabrero vierte sus aguas al río Claro con un caudal de 1580 [m³/día] y una DBO₅ 400 [kg/día], tampoco cuenta con tratamiento para sus aguas servidas; las masas de aguas donde estas últimas tres localidades vierten sus aguas servidas son afluentes del río Claro.

Las localidades de Laja y San Rosendo tienen tratamiento de aguas servidas y vierten sus descargas al río Bío Bío con caudales de 2320 [m³/día] y 460 [m³/día], respectivamente y con cargas orgánicas DBO₅ de 145 [kg/día] para Laja y 29 [kg/día] para San Rosendo. La localidad de Santa Juana vierte sus aguas al río Bío Bío con un caudal de 959,45 [m³/día] y una carga orgánica de 60 [kg/día], esta localidad cuenta con tratamiento de

aguas servidas; en tanto la localidad de Hualqui no cuenta con tratamiento de aguas servidas y vierte un caudal de 1365 [m³/día] al río Bío Bío con una carga orgánica de 342 [kg/día].

Finalmente, en la subcuenca Bío Bío Bajo (entre río Claro y desembocadura) se presentan los problemas más graves de contaminación del río Bío Bío, ya que en esta zona se concentran las mayores ciudades de la cuenca, tales como Concepción, Chiguayante y San Pedro, de estas localidades ninguna tiene tratamiento para sus aguas servidas, Concepción arroja un caudal de 35200 [m³/día] con una carga orgánica de 8801,46 [kg/día]; Chiguayante aporta 8920 [m³/día] con una carga orgánica de 2230 [kg/día] y San Pedro vierte 14550 [m³/día] con una carga orgánica de 3640 [kg/día], estas últimas tres localidades tiene como disposición final de sus aguas servidas el río Bío Bío. En este último tramo todas las ciudades y localidades tienen sus captaciones para agua potable en el mismo río.

Dentro de los parámetros más representativos de calidad de las aguas del Bío Bío es el de coliformes fecales; ya que tanto sólidos suspendidos como DBO₅ y nitrógeno se ven diluidos eficazmente en las aguas de los cauces, todo esto considerando un Q₈₅.

A continuación, en la tabla 3.8, se incluye información referente a las empresas de servicios sanitarios que operan actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad. Además, se incluye el porcentaje de cobertura de tratamiento (referida a la población) al año 2002. Los valores de concentración de los parámetros característicos de las aguas servidas, son aquellos estipulados en el Decreto N° 90/00, en el cual se incluyen como límite máximo permisible.

Bío Bío

46.

Tabla 3.8: Descargas de Aguas Servidas río Bío Bío

Localidad	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	Empresa de Servicios Sanitarios	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (%)	Población Estimada Total (Hab)	Población Estimada Saneada (Hab)	Planta de Tratamiento	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)
CONCEPCIÓN	0839BI30	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	239.986	220.745	NO	408,8	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
LOS ANGELES	0833BI10	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	ND	114.284	111.598	SI	206,7	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
ANGOL	0835RH20	Río Rehue y Malleco	ESSAR S.A.	0	49.395	46.971	NO	87,0	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
MULCHÉN	0833MU10	Mulchén	ESSBIO S.A.	0	23.891	18.564	NO	34,4	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
NACIMIENTO	0836BI10	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	23.127	19.078	NO	35,3	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
LAJA	0836BI20	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	ND	17.731	12.845	SI	23,8	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
COLLIPULLI	0835MA20	Río Malleco	ESSAR S.A.	0	15.244	13.517	NO	25,0	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
HUALQUI	0839BI20	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	12.048	8.924	NO	16,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
CABRERO	0838CL10	Río Claro	ESSBIO S.A.	0	12.342	10.366	NO	19,2	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
YUMBEL	0838CL10	Río Claro	ESSBIO S.A.	0	11.713	10.745	NO	19,9	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
SANTA BARBARA	0831BI40	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	6.486	5.155	NO	9,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
SANTA JUANA	0839BI10	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	89,8	7.048	5.437	SI	10,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
CHIGUAYANTE	0839BI30	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	78.572	71.148	NO	131,8	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
SAN PEDRO	0839BI30	Río BíoBío	ESSBIO S.A.	0	74.121	70.786	NO	131,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
LONQUIMAY	0830LO10	Río Lonquimay	ESSAR S.A.	0,0	3.534	3.284	NO	6,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
LOS SAUCES	0835RH20	Río Rehue	ESSAR S.A.	97,5	4.081	3.864	SI	7,2	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
QUILACO	0831LI10	Río Lirquén	ESSBIO S.A.	50,0			SI	2,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
RENAICO	0834RE20	Río Renaico	ESSAR S.A.	0	5.665	5.385	NO	10,0	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
MONTE AGUILA	-	EsteroMonte Aguila	ESSBIO S.A.	ND	ND	ND	SI	5,4	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
QUILLECO	-	Estero San Vicente	ESSBIO S.A.	ND	ND	ND	SI	3,5	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
SAN ROSENDO	-	Río Bío Bío	ESSBIO S.A.	ND	ND	ND	SI	5,3	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
MININCO	0834MI10	Río Mininco	ESSAR S.A.	ND	ND	ND	SI	1,2	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
ERCILLA	-	Río Huequén	ESSAR S.A.	ND	ND	ND	SI	3,1	35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03

NOTAS:

- La información de población Total y saneada, corresponde a una estimación al año 2001 realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- Las concentraciones de los parámetros característicos de las aguas servidas debe ser proporcionada por la empresa sanitaria ESSBÍO. 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.
- Información No Disponible

Bio Bio

48.

3.3.2 Descargas de tipo industrial

En la tabla 3.9, se incluye información de aquellos establecimientos industriales y sus principales contaminantes que según la Comisión Nacional de Riego y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, actualmente descargan sus riles directamente a los cursos de agua superficiales.

Bío Bío

50.

Tabla 3.9: Descargas Industriales del río Bío Bío

Industria	Comuna	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	CIU	Caudal (L/s)	pH	T (°C)	SS	SD	A Y G	HC	DBO ₅	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH ₄	Pb	SO ₄	Zn	PE	B	Al	Mn
CARLOS AMIN MERINO	Cabrero	838CL10	Río Claro	11125	0,2	*		*				*						*			*							
CMPC S.A.- Laja	Laja	836BI20	Río Bío Bío	34112 / 121	1122,7	6.5	*	80	*	*	*	250		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*				
COMERCIAL SANTA ELENA S.A.	Los Angeles	833BI10	Río Bío Bío	31121	1,1	*	*	*		*		*									*				*			
CMPC S.A. – Informa	Nacimiento	835VE20	Río Vergara	34112	300,9	7.2	*	*	55	*	*	1200		*		*	*	*	*	*	*	*	35	*				
PAPELES BIO BIO S.A.	Chiguayante	839BI30	Río Bío Bío	34112	208,3	7.8	*	370.6	*	*	*	313		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*				
PESQUERA AGUAMAR S.A.	Hualqui	839BI20	Río Bío Bío	31112	0,3	*		*		*		*									*				*			
SOCIEDAD ELGUETA LTDA.	Los Angeles	833BI10	Río Bío Bío	31112	0,3	*		*		*		*									*				*			
NESTLE CHILE S.A. FABRICA LOS ANGELES	Los Angeles	833BI10	Río Bío Bío	31122	18,5	7.6	*	30	100	17.7		200									*		10		*			
CMPC S.A. - Santa Fe	Nacimiento	833BI20	Río Vergara	34111	8,7	7.7	*	30.5	54	*	*	120		*		*	*	*	*	*	*	*	450	*				
FIBRANOVA S.A.	Cabrero	838CL10	Río Claro	33112	ND																							
TRUCHAS AGUAS BLANCAS LTDA.	Los Angeles	833BI10	Río Bío Bío	31141		*	*	*	*	*		*									*				*			
FIBRAMOLD S.A. PLANTA DE PINTADO	Cabrero	838CL10	Río Claro	33112	ND																							
CMPC S.A.- Pacífico	Mininco	833BI10	Río Bío Bío	34111	694,4	7.6	*	120	106	*	*	120		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*				
RIO CAUTÍN S.A.- CURTIEMBRE	Angol	835RH20	Río Rehue	32311		*	*	*	*	*		*					*				*		*		*			
PETROX S.A.	Talcahuano	839BI30	Río Bío Bío	35301	18,5	*	*	30			*	200									*		*					
SOCIEDAD PESQUERA VIENTO SUR LTDA.	Chiguayante	839BI30	Río Bío Bío	31141	7,7			377.8				403.3																

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.
- La información de concentración de los parámetros físico – químicos incluidos en la tabla anterior, corresponden a antecedentes del Catastro Nacional de Riles, 1992. SISS.

Bio Bio

52.

3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología expuesta en la Sección V. Contaminación Difusa, para ocho subcuencas agrícolas del río Bío Bío (0831, 0832, 0833, 0834, 0835, 0836, 0837 y 0838) se puede concluir que potencialmente podría encontrarse Diclofopmetil y Atrazina en las aguas superficiales del río Bío Bío. Por esto se recomienda monitorear como primera aproximación Diclofopmetil y Atrazina, en el río Bío Bío. Los resultados de la estimación se muestran en el anexo 3.2.

3.4 Datos de Calidad de Agua

3.4.1 Fuentes de información

La información de calidad de agua de la cuenca del río Bío Bío, proviene principalmente de los registros de monitoreos realizados por la Dirección General de Aguas (DGA) entre los años 1984-2001 y monitoreos realizados por Bío Río entre los años 1993-1997.

A continuación se presentan las características principales de las fuentes de información disponibles.

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

Sus características son las siguientes:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Bío-Bío				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	N° Parámetros Medidos	N° Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	N° de Registros
Río Bío-Bío					
Antes junta Llanquén	NO	31	24	1994-2001	63
En Rucalhue	SI	31	24	1994-2001	65
En Coihue	SI	31	24	1994-2001	64
En Santa Juana	NO	31	24	1994-2001	62
Antes planta Mochita	NO	31	24	1994-2001	9
En Desembocadura Norte	NO	31	24	1994-2001	62
En Desembocadura Sur	SI	31	24	1994-2001	62
Río Renaico					
En Renaico	NO	31	24	1984-2001	62
En el Morro	NO	31	24	1984-2001	62
Río Duqueco					
En Villacura	SI	31	24	1984-2001	61
Río Claro					
En puente Ferroviario	NO	31	24	1997-2001	11
Río Guaqui					
En Diquin	NO	31	24	1984-2001	63
Río Laja					
En Puente Perales	SI	31	24	1984-2001	61
Bajo descarga central Antuco	NO	31	24	1984-2001	64
Río Vergara					
En Tijeral	SI	31	24	1982-2002	73
Río Malleco					
En Collipulli	SI	31	24	1982-2002	59
Río Bureo					
En Longitudinal (*)	NO	31	24	1984-1997	50

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Bío-Bío				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	N° Parámetros Medidos	N° Parámetros Medidos en Instructivo	Período de Registro	N° de Registros
Parámetros medidos según Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	Orgánicos plaguicidas			NO
• Inorgánicos	SI	Microbiológicos			NO
• Metales esenciales	SI	Orgánicos			NO
• Metales no esenciales	SI	Otros parámetros no normados			SI

(*) Estación de monitoreo suspendida

La D.G.A., en su red de monitoreo de calidad de agua en el curso principal del río Bío Bío, tiene ubicadas siete estaciones vigentes, de las cuales sólo tres poseen conjuntamente datos de calidad de aguas y caudal (Rucalhue, Coihue y Desembocadura Sur).

- b) Programa de Monitoreo de Bío Río de la calidad de aguas del Sistema Río Bío Bío Fase II período de registro desde 1994-1997.

Sus características son:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO BÍO RÍO					
Cuenca	Bío Bío				
Cauces monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Medidos en Instructivo	Periodo de Registro	Nº de Registros
Río Bío Bío					
Balsadero Callaqui	NO	43	17	1994-1997	9
Puente Quilaco, Santa Barbara	NO	43	17	1994-1997	9
Puente Coihue, Coihue	NO	43	17	1994-1997	9
1 Km aguas arriba confluencia río Vergara	NO	43	17	1994-1997	9
1 Km aguas abajo confluencia río Vergara	NO	43	17	1994-1997	9
1 Km aguas arriba confluencia río Laja	NO	43	17	1994-1997	9
Frente a Buenuraquí	NO	43	17	1994-1997	9
Frente a Santa Juana	NO	43	17	1994-1997	9
Frente a Hualqui	NO	43	17	1994-1997	9
Frente a Chiguayante	NO	43	17	1994-1997	9
Frente a Concepción	NO	43	17	1994-1997	9
Sector Hualpencillo	NO	43	17	1994-1997	9
Desembocadura, 200 m del mar	NO	43	17	1994-1997	9
Parámetros medidos según Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	Orgánicos plaguicidas			SI
• Inorgánicos	SI	Microbiológicos			SI
• Metales esenciales	SI	Orgánicos			SI
• Metales no esenciales	SI	Otros parámetros no normados			SI

Cabe destacar que el acceso a la información de este programa de monitoreo se obtuvo de una publicación del Consejo Administrador del Programa de Monitoreo de la Calidad de Agua del Sistema Río Bío Bío, que autoriza su reproducción indicando la fuente.

Esta información puede ser ampliada a otros periodos de tiempo en la medida que dicho programa facilite su uso para este estudio.

c) Programa de muestreos del SAG

Los muestreos realizados por el SAG en esta cuenca (dic. 2000), contemplan análisis de los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica, pH, sólidos disueltos y coniformes fecales.

El programa contiene muestreos en los siguientes ríos: Bío Bío, Vergara y Laja.

d) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreos

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 Bío Bío, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,1 % 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 Bío Bío se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro (<1 mg/l), selenio (<1 µg/l); níquel y cadmio (<10 µg/l); y plomo (<0.01 mg/l). Por lo tanto, estos parámetros no son posibles de considerar en posteriores análisis de la calidad del agua de la cuenca.

Debido a la escasa información proveniente del monitoreo del SAG, no se justifica la aplicación de algún método de aceptabilidad de los datos.

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

- Análisis del balance iónico

El balance iónico se analiza al comparar el resultado de la suma total de cationes con el total de aniones, lo que muestra una igualdad entre cationes-aniones, como se indica en la figura 3.2.

- Estudio de correlaciones

La correlación de la conductividad con el número total de iones muestra un ajuste lineal alto, concordante con la teoría físico-química. Estos resultados están representados gráficamente en la figura 3.2 y numéricamente a continuación.

Tabla 3.10: Estudio de Correlaciones

Estación	Análisis		Gráficas
	Catión - Anión	Conductividad (Y) vs. Iones (X)	
Llanquén	Se cumple el balance iónico, con igual presencia de aniones y cationes. Regresión lineal alta.	Alta correlación lineal $Y = 1.0116x$ $R^2 = 0.9655$	Ver figura 3.2, estación Llanquén
Rucalhue	Se cumple el balance iónico, con igual presencia de aniones y cationes. Regresión lineal alta.	Alta correlación lineal $Y = 0.9582x$ $R^2 = 0.9965$	Ver figura 3.2, estación Rucalhue
Coihue	Se cumple el balance iónico, con igual presencia de aniones y cationes. Regresión lineal regular.	Regular correlación lineal $Y = 1.015x$ $R^2 = 0.7258$	Ver figura 3.2, estación Coihue
Santa Juana	Se cumple el balance iónico, con igual presencia de aniones y cationes. Regresión lineal alta.	Alta correlación lineal $Y = 1.807943x$ $R^2 = 0.9628$	Ver figura 3.2, estación Santa Juana
Desembocadura Sur	Se cumple el balance iónico, con igual presencia de aniones y cationes. Regresión lineal alta.	Alta correlación lineal $Y = 1.0025x$ $R^2 = 0.9798$	Ver figura 3.2, estación Desembocadura Sur

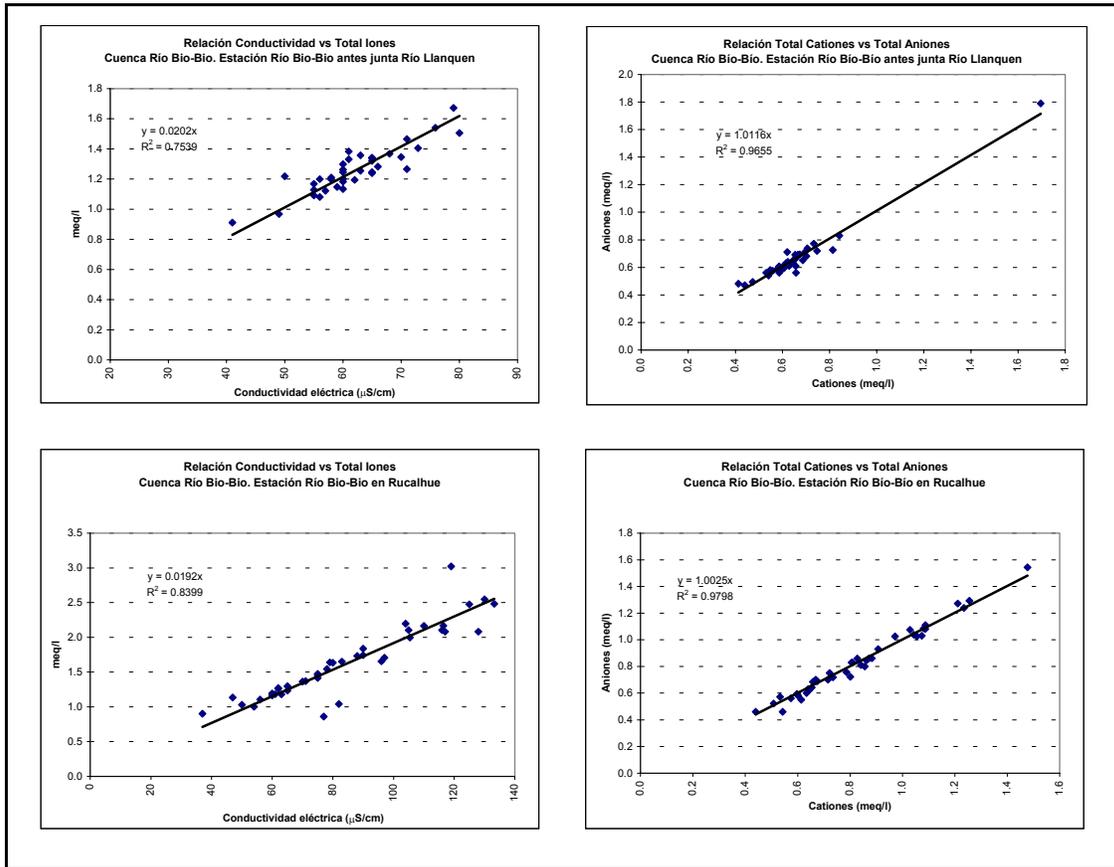


Figura 3.2: Estudios de Correlaciones Gráficas de Conductividad vs Iones

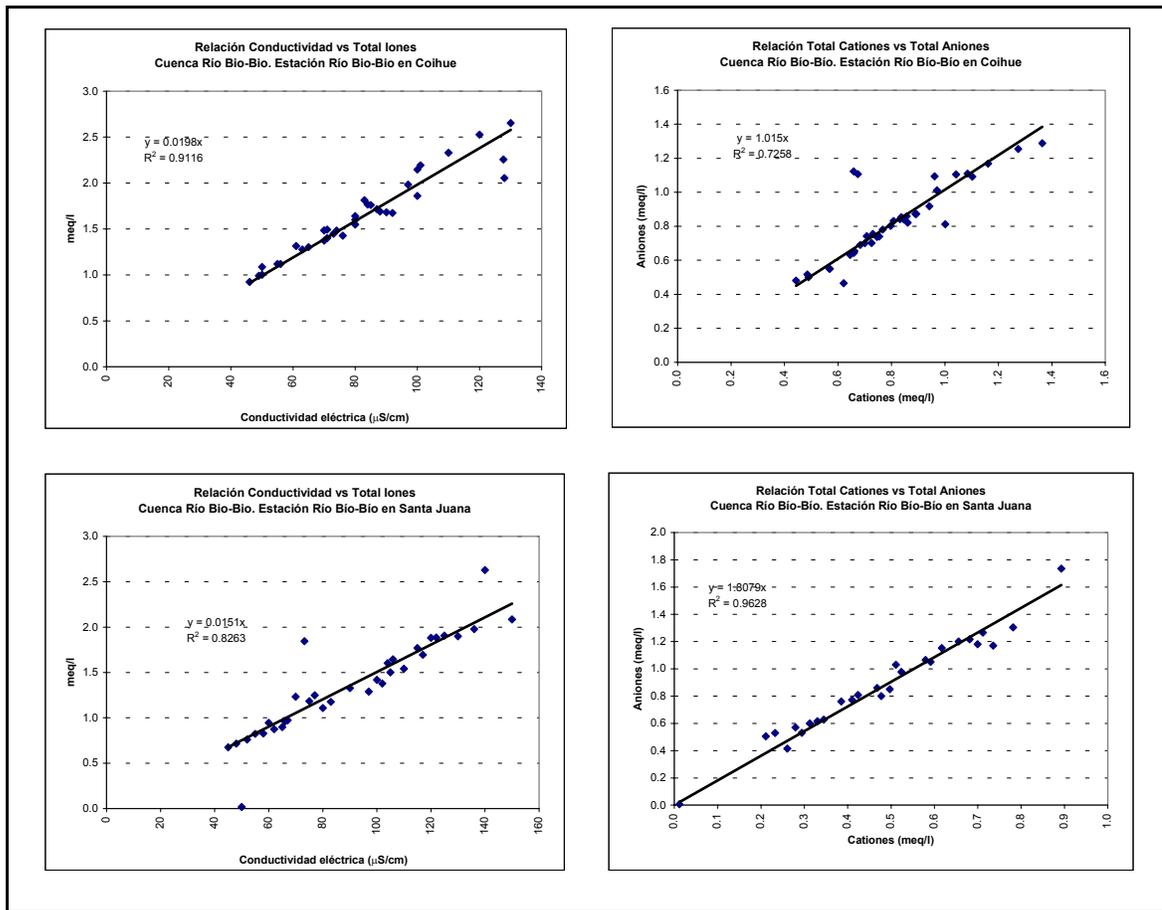


Figura 3.2 (Continuación): Estudios de Correlaciones Gráficas de Conductividad vs Iones

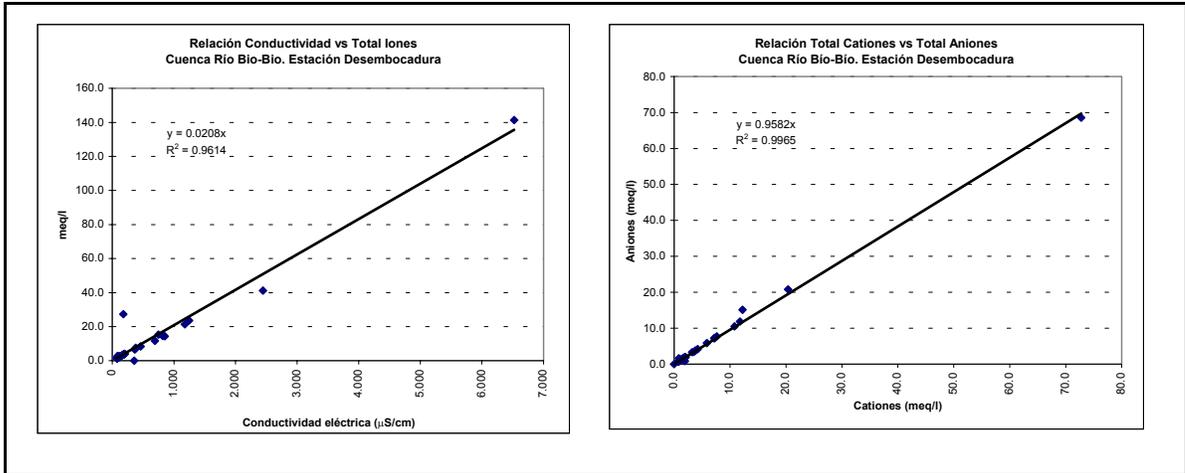


Figura 3.2 (Continuación): Estudios de Correlaciones Gráficas de Conductividad vs Iones

a) Programa Bío Río

Este programa fue analizado en los siguientes aspectos:

- Análisis de outliers

No es aplicable por el número reducido de datos

- Límites Físicos

El análisis de aceptabilidad de los límites físicos se realizó mediante inspección directa de los datos en las diferentes estaciones, concluyendo su correcto cumplimiento.

- Validación de series

Para aquellos parámetros de este programa que también son medidos en el programa DGA, se efectuó un análisis comparativo de sus respectivos valores, tal como se indica a manera ilustrativa en la figura 3.3: Validación de Series. Para los parámetros: pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en las cinco estaciones del cauce principal del río Bío Bío, se observa la compatibilidad de las series de tiempo.

- Análisis del balance Iónico

La información sobre cationes y aniones es insuficiente para realizar este análisis.

- Estudio de correlaciones

No es posible realizarlo por las mismas razones anteriores

Los datos que se dispone de este programa se consideran insuficientes para un análisis estadístico y físico como el que exige el procedimiento de aceptabilidad diseñado. Pese a esto, se resolvió utilizar la información a través del cálculo de las medias de los diferentes parámetros como único indicador posible de ser estimado.

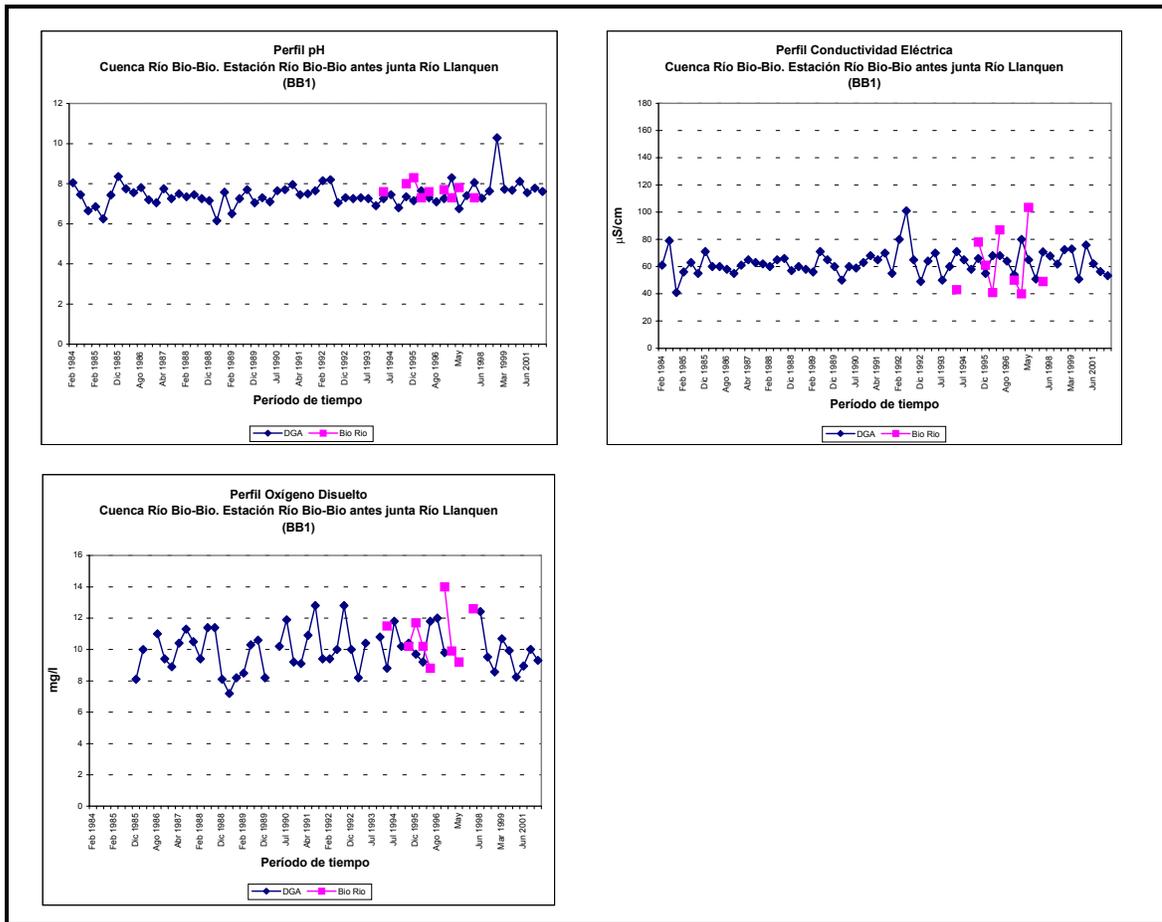


Figura 3.3: Validación de Series Programa DGA- Bío Río

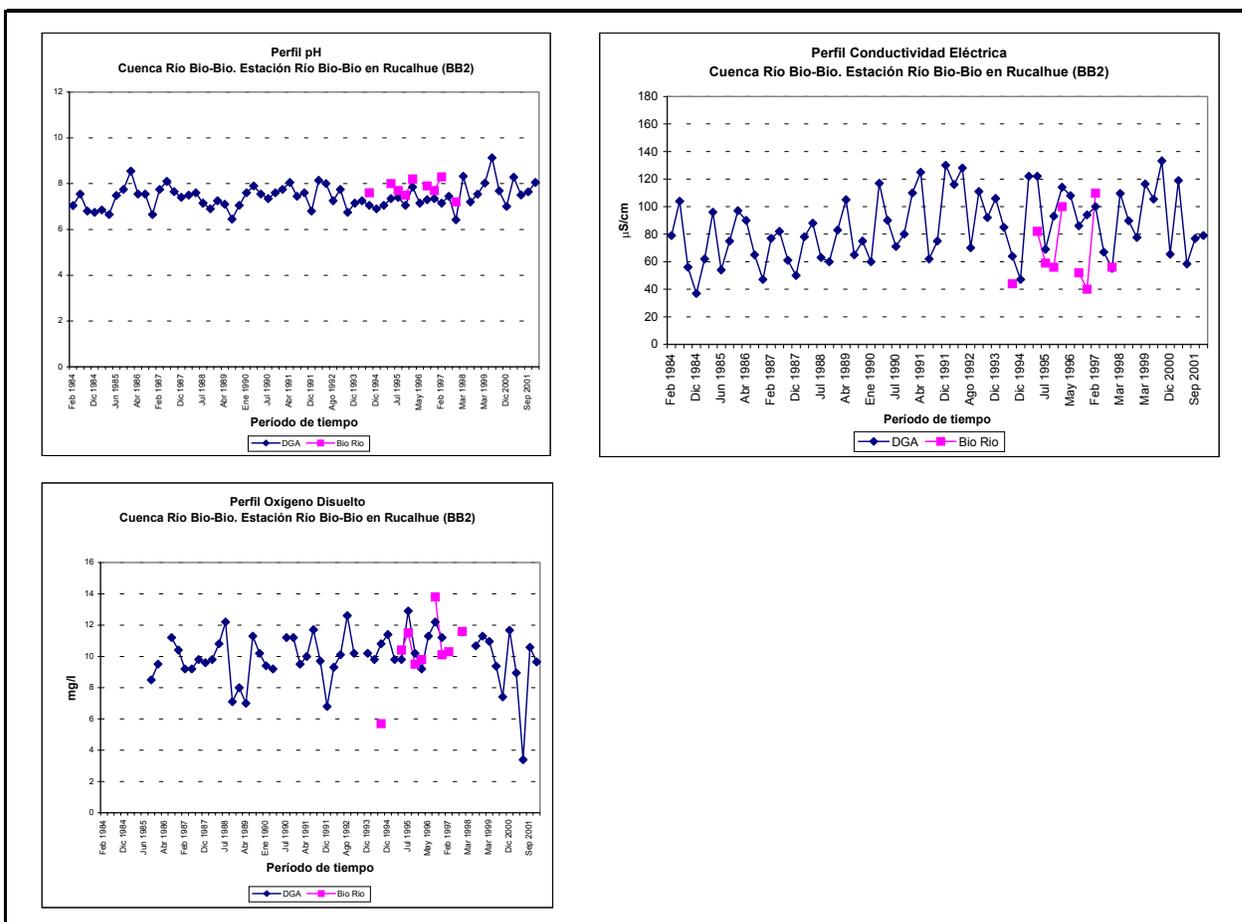


Figura 3.3 (Continuación): Validación de Series de Programa DGA Bío Río

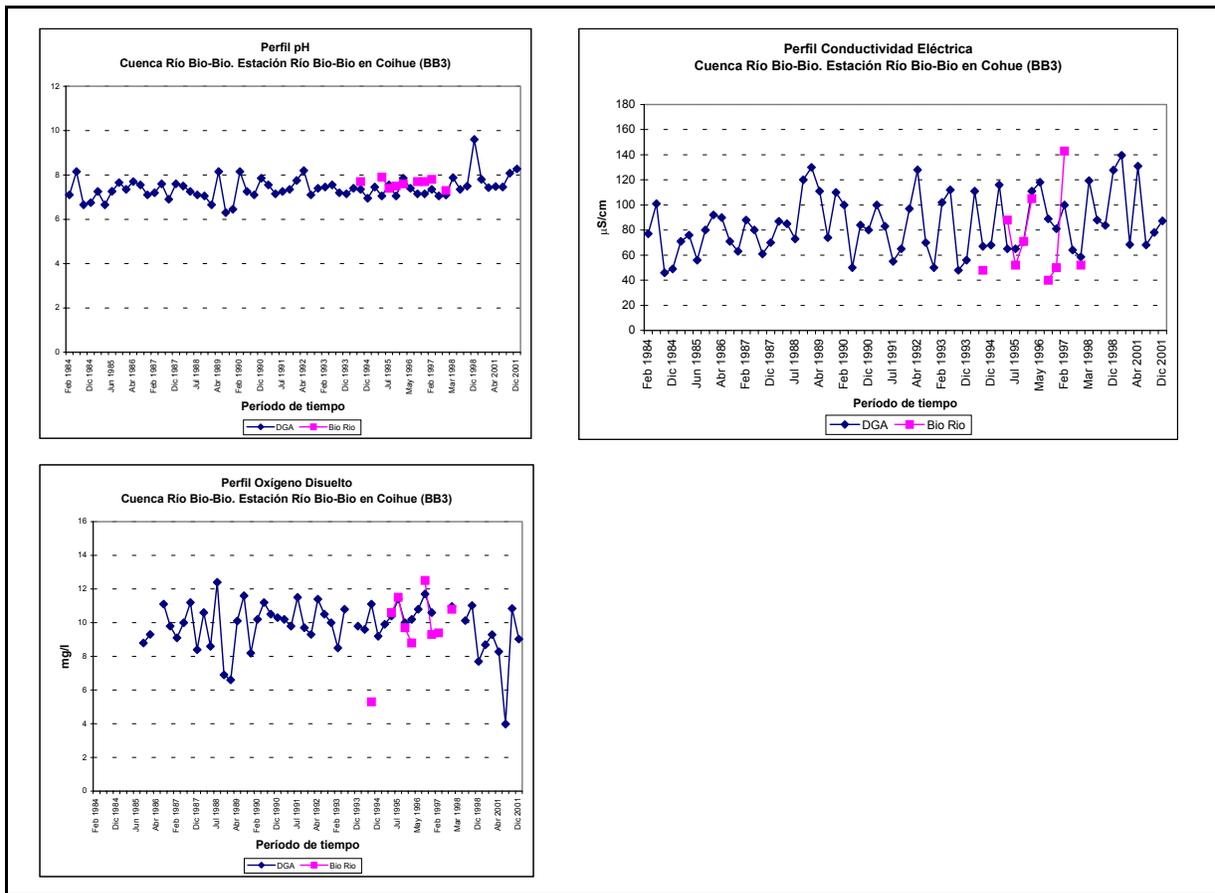


Figura 3.3 (Continuación): Validación de Series de Programa DGA Bío Río

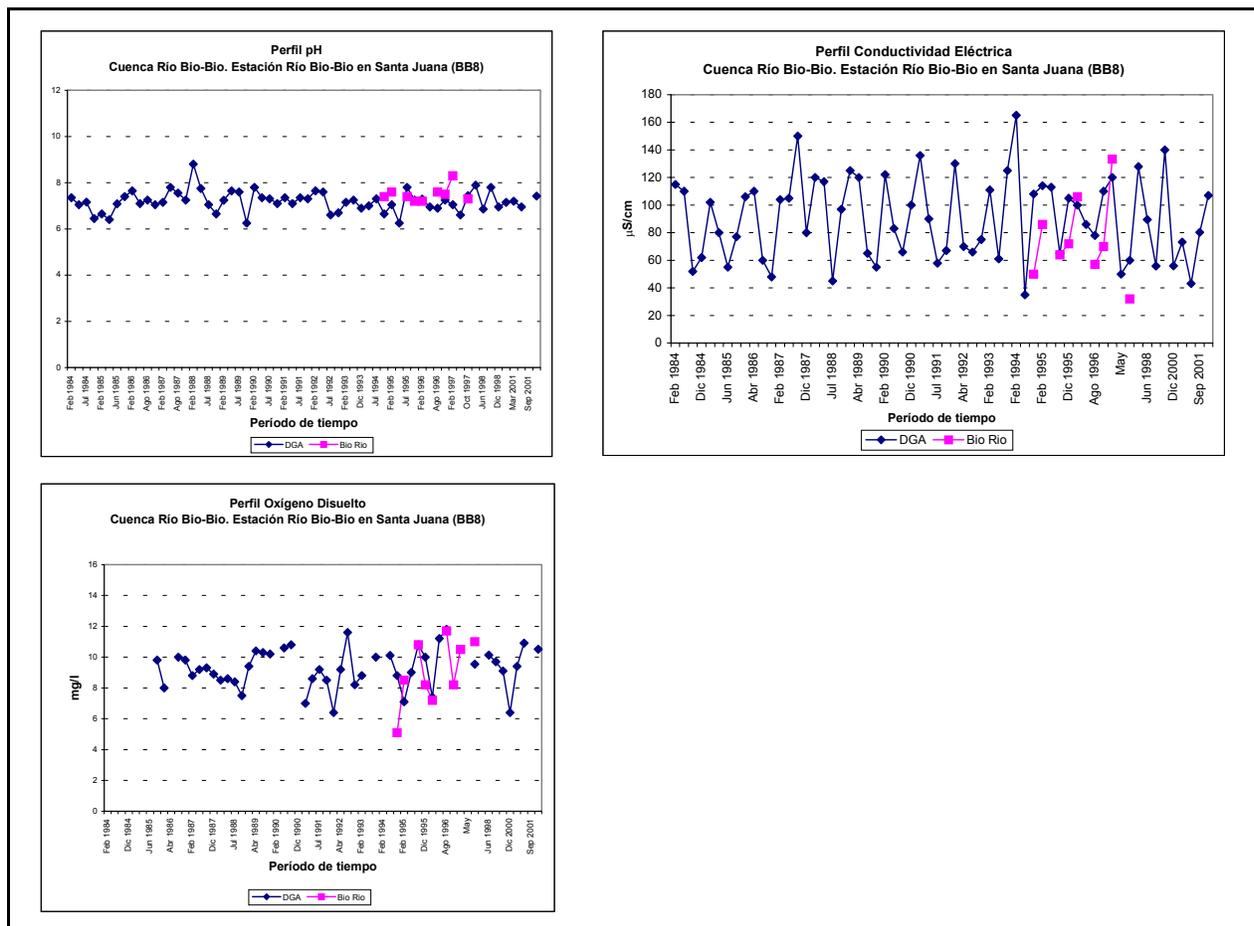


Figura 3.3 (Continuación): Validación de Series de Programa DGA Bío Río

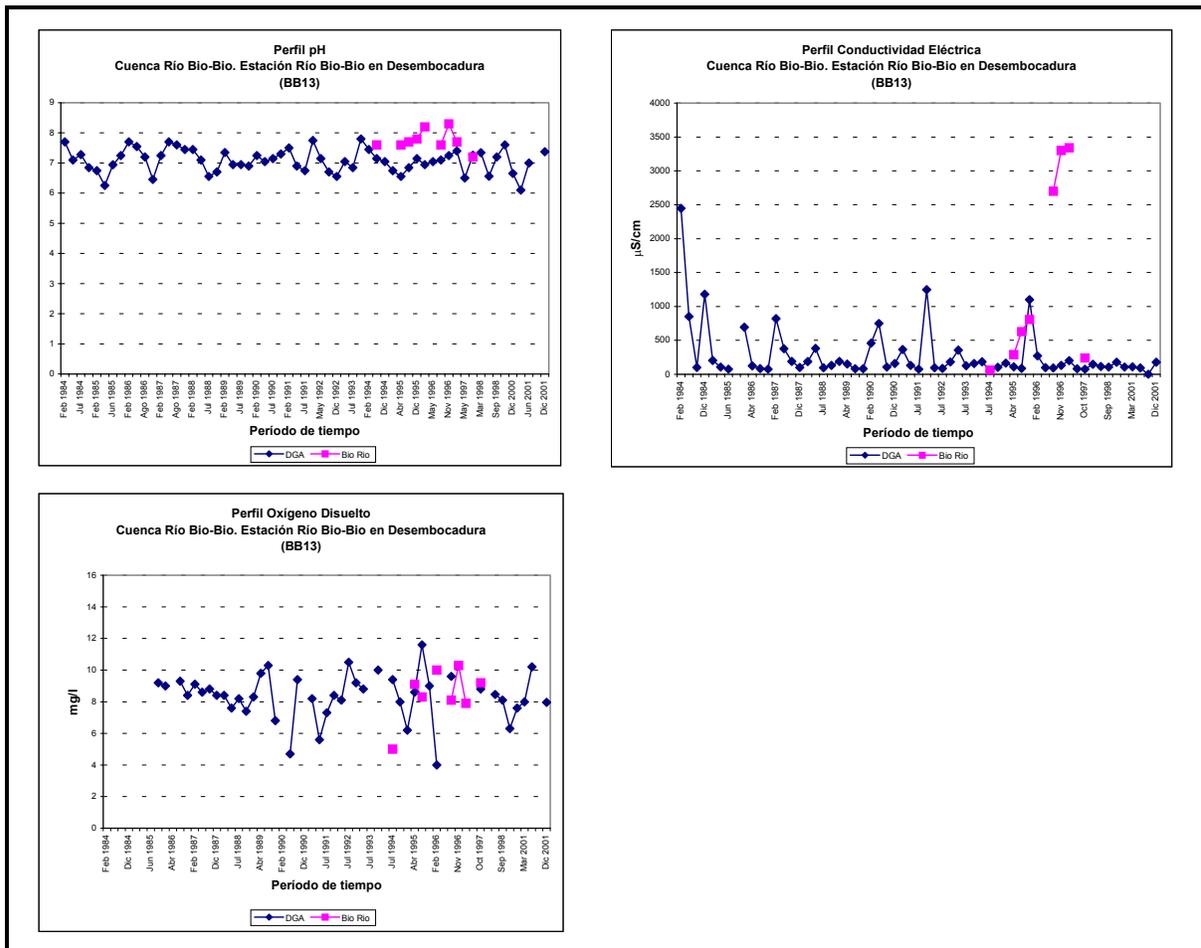


Figura 3.3 (Continuación): Validación de Series de Programa DGA Bío Río

4. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Bío Bío

- Lonquimay en junta con Bío Bío

La estación se ubica en la parte alta de la cuenca, unos 50 km aguas abajo de la laguna Galletué.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar el régimen mixto que tiene esta estación, con caudales de origen nival algo mayores que los de origen pluvial para años secos, caudales pluviales mayores a los nivales en años húmedos y un equilibrio entre los dos para un año medio. Los caudales de deshielo en los meses de verano son casi tan altos como los originados por lluvias en los meses de invierno. Los caudales más altos son alcanzados en los meses de julio y noviembre. El periodo de estiaje comprende los meses de febrero a abril.

Tabla 4.1: Estación Lonquimay en junta con Bío Bío¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	15.077	19.931	61.013	74.289	66.12	50.75	50.476	72.09	56.657	27.265	15.292	15.459
10%	13.766	17.583	49.081	65.597	60.607	45.986	47.358	65.619	52.261	24.932	14.398	14.496
20%	12.464	15.136	37.709	56.419	53.93	41.02	43.845	58.159	47.147	22.372	13.467	13.492
50%	10.641	11.44	22.786	42.299	41.168	33.518	37.689	45.383	38.269	18.187	12.061	11.976
85%	9.225	8.156	12.252	29.665	25.45	26.855	30.962	32.405	28.976	14.092	10.812	10.629
95%	8.675	6.666	8.51	24.084	16.217	23.831	27.42	26.117	24.313	12.132	10.245	10.018
Dist	L3	G	L2	L2	N	G	G2	G2	G2	L2	G	G

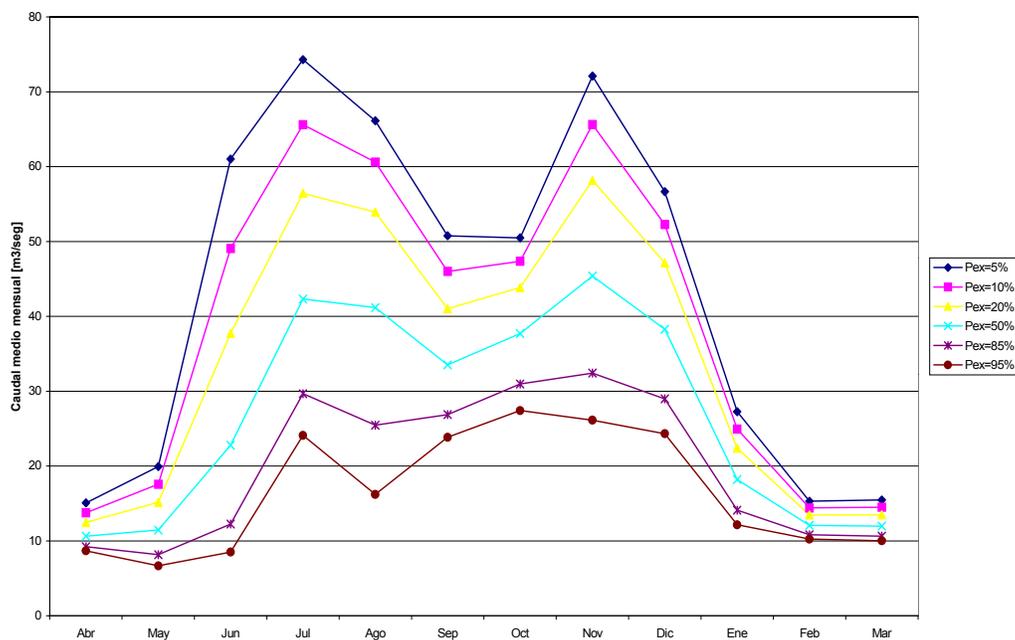


Figura 4.1: Curva de Variación Estacional en Lonquimay en junta con Bío Bío

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

- Bío Bío en Rucalhue

Esta estación se encuentra en la salida del Bío Bío de la Cordillera de los Andes y se comienza a internar en el Valle Central. El punto donde se encuentra la estación drena un área de 7044 km² y se encuentra a 245 m s.n.m. Los deshielos ejercen cierta influencia en el comportamiento del río a la altura de esta estación, manifestándose con más fuerza en octubre. Se puede observar que para años secos, los caudales generados por deshielos son sólo ligeramente mayores que los generados en el área aportante pluvial, y para años húmedos, ocurre lo inverso, siendo notoriamente más importantes los caudales producidos en invierno por las precipitaciones. Para un año medio se observa la casi igualdad de los aportes.

Tabla 4.2: Estación Bío Bío en Rucalhue

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	404.02	1202.19	1439.18	1455.17	1062.28	1111.30	1042.25	968.15	857.33	369.28	245.09	181.37
10%	302.90	902.30	1193.57	1246.91	972.46	926.23	966.79	895.46	726.31	331.87	218.14	163.57
20%	221.47	637.56	951.52	1029.80	863.68	759.00	875.40	807.41	594.14	289.40	190.05	145.01
50%	134.86	329.32	617.01	701.88	655.76	556.85	700.71	639.14	404.72	217.91	147.62	116.98
85%	85.83	145.90	361.89	410.58	399.67	430.70	485.56	431.87	252.23	147.37	109.93	92.09
95%	70.62	90.26	264.53	278.41	249.24	390.77	359.18	310.13	191.06	114.31	92.82	80.79
Dist	LP3	LN	L2	G	N	L3	N	N	L2	G2	G	G

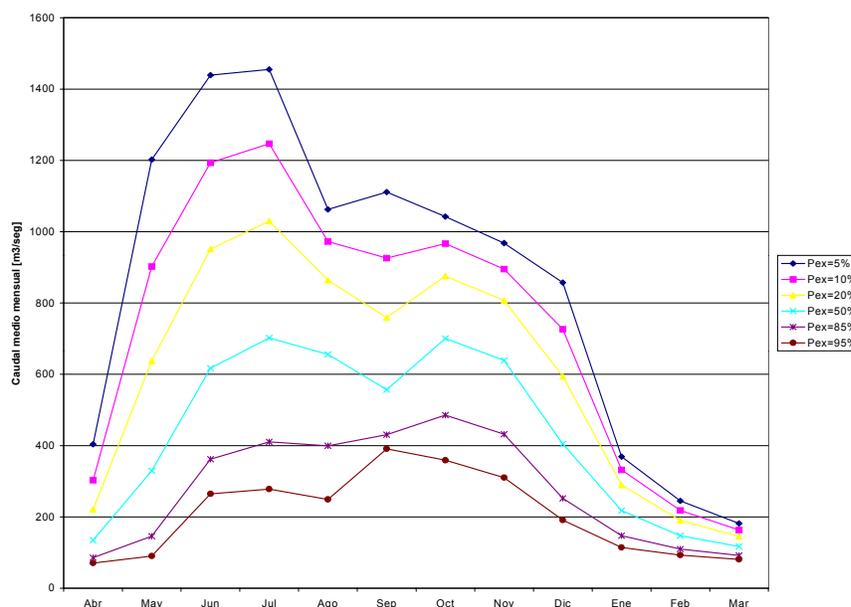


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional en Bío Bío en Rucalhue

- Lirquén en Cerro el Padre

La estación se ubica aproximadamente a 17 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Lirquén y Bío Bío. El área aportante a esta cuenca es de 68 km² y se ubica a 340 m s.n.m. Este río no presenta mayores intervenciones que afecten su régimen natural. El régimen del río Lirquén es pluvial. Los mayores caudales se presentan en los meses de junio y julio y se puede apreciar que el periodo de estiaje ocurre en los meses de enero a marzo.

Tabla 4.3: Estación Lirquén en Cerro el Padre

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	6.97	24.85	31.00	33.37	26.09	24.45	14.00	8.52	7.97	3.83	2.50	2.95
10%	4.87	19.65	27.14	29.00	22.96	19.21	11.68	7.22	5.96	2.90	1.93	2.08
20%	3.14	14.35	22.88	24.27	19.50	14.54	9.35	5.83	4.19	2.08	1.41	1.37
50%	1.34	7.00	15.98	16.71	13.85	8.99	6.06	3.68	2.14	1.08	0.75	0.61
85%	0.44	2.15	9.60	9.57	8.54	5.63	3.47	1.86	0.93	0.47	0.32	0.23
95%	0.21	0.87	6.82	6.25	6.19	4.59	2.44	1.16	0.57	0.28	0.18	0.13
Dist	L3	G2	G2	L3	G2	L3	L3	G2	L2	L3	L3	L2

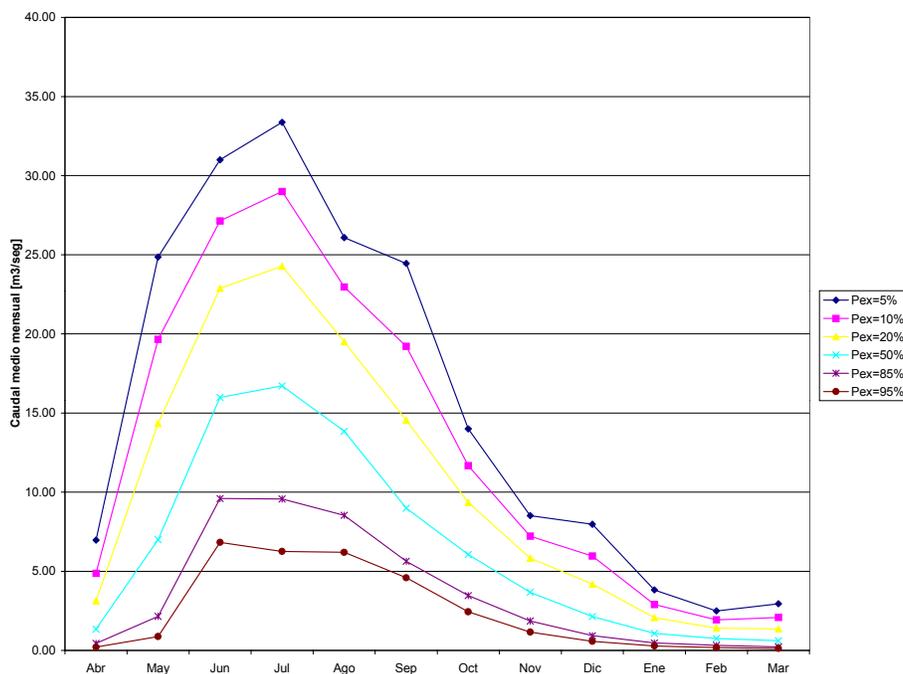


Figura 4.3: Curva de Variación Estacional en Lirquén en Cerro el Padre

- Duqueco en Villucura

Esta estación fluviométrica se localiza 44 km aguas arriba de la confluencia del Duqueco con el río Bío Bío. No está influenciada por extracciones o recuperaciones de riego. El régimen de esta estación es muy semejante al del río Lirquén en Cerro El Padre, con un aporte pluvial único, con máximos en junio y julio. Los meses de menor caudal son febrero y marzo, manifestándose claramente en abril el comienzo de la escorrentía con origen en precipitaciones ciclónicas.

Tabla 4.4: Estación Duqueco en Villucura

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	50.74	242.73	218.35	204.94	211.21	148.32	112.13	107.70	68.60	46.94	42.62	28.60
10%	39.30	158.95	178.15	184.68	168.52	127.65	98.65	87.14	60.10	40.85	34.45	25.08
20%	28.85	96.19	139.23	160.15	130.49	106.44	84.59	68.87	51.24	34.52	27.28	21.41
50%	15.97	39.02	86.93	113.25	85.48	75.21	63.37	47.35	37.86	25.01	18.96	15.87
85%	7.71	15.80	48.66	55.49	58.28	49.03	44.51	34.43	25.98	16.83	14.10	10.95
95%	5.03	10.95	34.61	21.56	49.93	38.13	35.95	30.48	20.58	13.33	12.65	8.71
Dist	L2	L3	L2	N	L3	L	G	L3	G	L2	L3	G

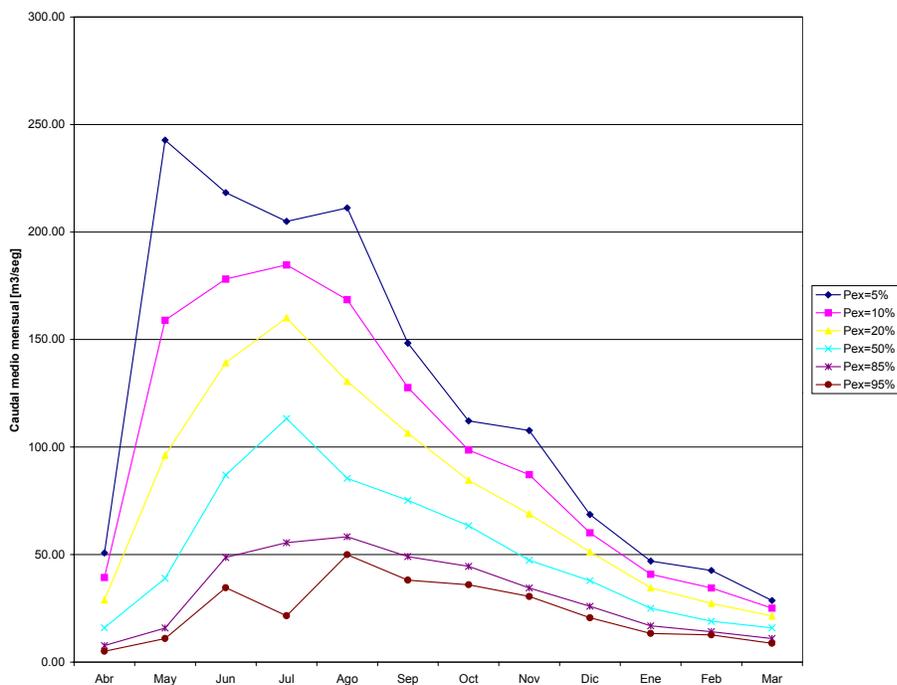


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional en Duqueco en Villucura

Bío Bío

74.

- Duqueco en Cerrillos

Esta estación drena un área de 1545 km² y se encuentra a unos 15 km aguas arriba de la confluencia del Duqueco con el Bío Bío.

Presenta el mismo régimen que Duqueco en Villucura, aunque con una mayor dispersión de los caudales en el mes de Agosto. Los mayores caudales se manifiestan en el mes de julio, excepto para los años muy húmedos, para los cuales este caudal medio mensual máximo se encuentra entre abril y mayo.

Existe gran cantidad de extracciones para riego en la zona, efectuadas principalmente a los afluentes del río Duqueco y no directamente a él. El canal Laja termina su recorrido desaguando en el Duqueco, introduciendo otro elemento de intervención. Estas intervenciones, si bien son importantes, no logran cambiar de gran manera las curvas de variación, las cuales siguen manteniendo el mismo aspecto que las de Duqueco en Villucura. En cuanto a los caudales, si bien para los meses de otoño e invierno se observa un aumento del caudal de esta estación con respecto a Duqueco en Villucura, para los meses de primavera y verano este aumento es mínimo, convirtiéndose en una ligera disminución para los meses de diciembre y enero. Esto está asociado a la mayor demanda de agua para riego en este periodo, cuyo efecto se opone al aumento del caudal del río a través de sus afluentes.

Tabla 4.5: Estación Duqueco en Cerrillos

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	63.18	325.46	330.26	313.19	304.63	200.62	153.63	90.11	68.28	33.45	29.43	29.88
10%	45.80	214.51	263.27	266.65	240.36	170.84	128.00	78.55	58.07	29.29	23.59	21.81
20%	31.02	130.34	200.05	218.13	182.67	140.64	102.61	65.84	47.42	24.94	18.33	15.20
50%	14.73	52.25	118.36	144.85	113.63	97.14	67.24	45.39	31.34	18.38	12.00	8.31
85%	5.89	19.61	62.01	79.76	71.18	61.56	39.96	26.68	17.05	12.55	8.08	4.88
95%	3.44	12.59	42.42	50.22	57.93	47.04	29.43	18.67	10.57	9.90	6.85	4.00
Dist	L2	L3	L2	G	L3	LN	L2	G2	G	G	L3	L3

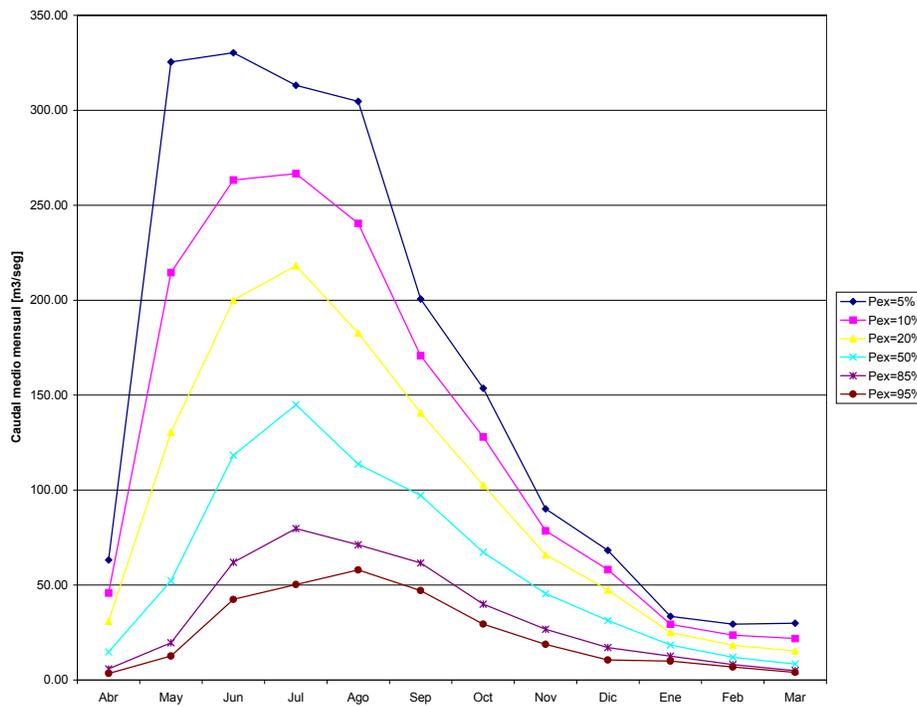


Figura 4.5: Curva de Variación Estacional en Duqueco en Cerrillos

- **Bío Bío en Coihue**

Esta estación se encuentra en el río Bío Bío, unos 15 km antes de la confluencia con el Vergara, en el valle central, inmediatamente antes de la Cordillera de Nahuelbuta. Esta estación ya no registra crecidas en diciembre para años lluviosos como en el caso de la estación Bío Bío en Rucalhue.

Tabla 4.6: Estación Bío Bío en Coihue

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	726.50	1703.98	2073.15	2117.97	1605.86	1215.99	1199.62	1516.38	1162.39	537.53	261.51	215.87
10%	525.56	1343.24	1790.55	1806.33	1436.23	1104.28	1129.81	1313.72	991.78	464.29	235.97	194.84
20%	367.02	1006.98	1482.64	1489.61	1251.47	987.82	1045.26	1104.16	813.92	384.49	208.36	172.93
50%	203.49	580.58	993.43	1030.52	953.03	811.93	883.65	792.13	545.28	257.69	164.25	139.83
85%	114.65	294.64	557.11	654.58	666.05	655.69	684.59	526.18	306.64	144.57	122.53	110.43
95%	87.74	197.81	376.10	501.41	530.75	584.79	567.67	413.79	198.36	97.63	103.16	97.08
Dist	LP3	L2	G2	L2	L3	G	N	L2	G	N	L2	G

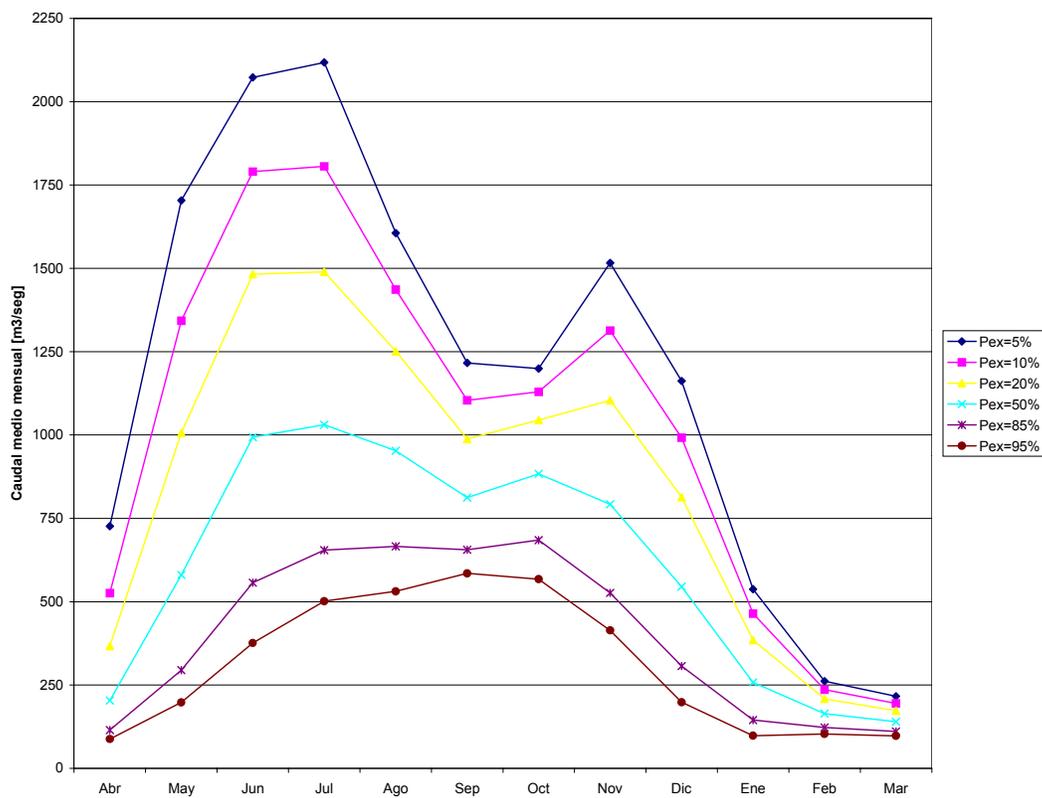


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional en Bío Bío en Coihue

- Nicodahue en Pichún

Este río drena la vertiente oriental de la cordillera de Nahuelbuta a la altura de la localidad de Nacimiento. El régimen presentado por el río es pluvial, mostrando un máximo en el mes de julio. Los meses de estiaje son los comprendidos entre enero y marzo.

Tabla 4.7: Estación Nicodahue en Pichún

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	15.28	59.64	80.98	86.87	74.33	59.52	42.26	37.36	21.58	19.24	11.73	15.16
10%	13.54	45.50	70.32	76.43	65.08	53.43	38.66	32.16	18.89	15.48	9.94	12.29
20%	11.69	33.23	59.20	65.53	55.97	46.88	34.49	26.63	16.08	12.09	8.26	9.72
50%	8.84	19.27	42.41	49.08	43.40	36.51	27.22	18.16	11.82	8.01	6.11	6.66
85%	6.26	11.32	27.49	34.47	33.81	26.84	19.52	10.83	8.09	5.48	4.64	4.80
95%	5.12	9.01	20.72	27.84	30.16	22.40	15.60	7.82	6.48	4.68	4.14	4.22
Dist	L2	L3	G	G	L3	L2	P3		L2	L3	L3	L3

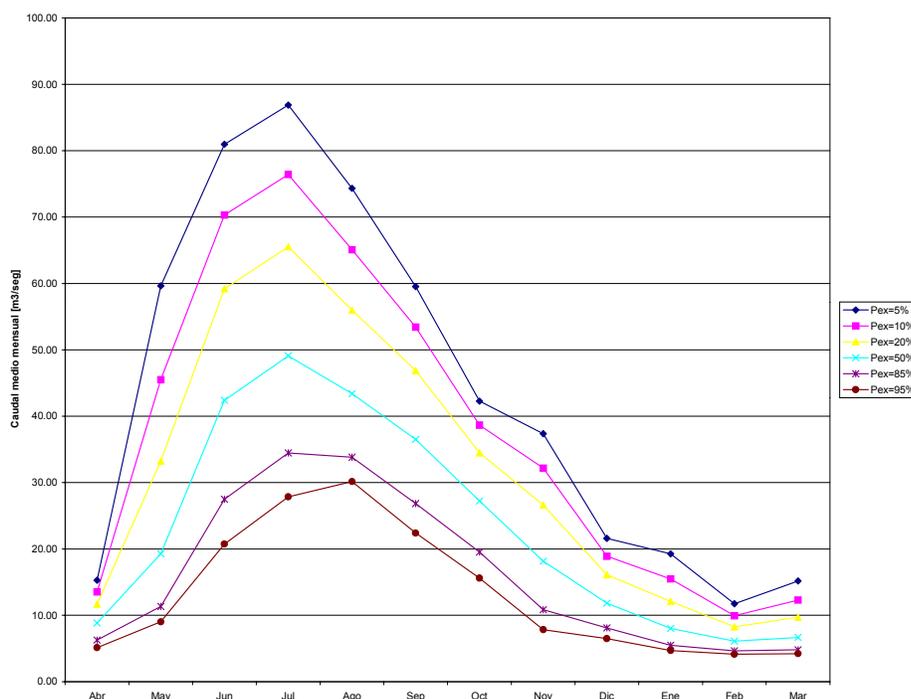


Figura 4.7: Curva de Variación Estacional en Nicodahue en Pichún

Bío Bío

78.

- Bío Bío en desembocadura

La estación de Bío Bío en desembocadura se ubica al sudoeste de la ciudad de Concepción. Drena un área de 21217 km², equivalentes a prácticamente al total de la cuenca. Su cota es de 2 m s.n.m. Como desagüe de toda la cuenca, la estación muestra las influencias de todos los regímenes presentes en ella. Esto se ve claramente en la gran influencia de la escorrentía pluvial en los meses comprendidos entre mayo y septiembre, y en la menor influencia nival entre los meses de octubre y diciembre, en su mayoría debida al régimen pluvio nival detectado en los ríos Laja y Bío Bío en las estaciones de Laja en Tucapel, Laja en Puente Perales, Bío Bío en Rucalhue y Bío Bío en Coihue.

Los caudales mayores del río se presentan en el mes de julio, llegando aproximadamente a los 2000 m³/s. El mínimo se encuentra en febrero y es cercano a los 250 m³/s. La suma de los caudales afluentes controlados aguas arriba de la desembocadura son muy cercanos a los caudales que se registran en ella, siendo algo mayores los últimos. Esto es debido a los afluentes no controlados en la última sección del río, como son los ríos Gomero y Quilacoya y el estero Gualqui.

Tabla 4.8: Estación Bío Bío en Desembocadura

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	887.63	3418.23	3442.81	3697.62	3080.45	3006.19	1696.78	1655.07	1438.11	735.08	391.32	502.03
10%	734.76	2435.15	3016.73	3219.25	2749.69	2487.93	1592.35	1490.96	1243.96	641.26	357.81	440.18
20%	584.40	1641.59	2546.31	2715.60	2377.18	2010.07	1465.87	1304.08	1032.14	543.44	321.04	375.70
50%	377.29	833.37	1783.03	1944.19	1756.21	1414.24	1224.12	988.47	694.87	395.71	260.96	278.31
85%	220.10	444.06	1075.26	1258.61	1153.19	1024.62	926.37	675.32	392.78	264.47	202.17	191.79
95%	160.37	347.87	767.05	957.62	875.78	895.78	751.47	527.64	266.79	204.92	174.02	152.54
Dist	L2	L3	G2	L3	G2	L3	N	G2	G2	G	L2	G

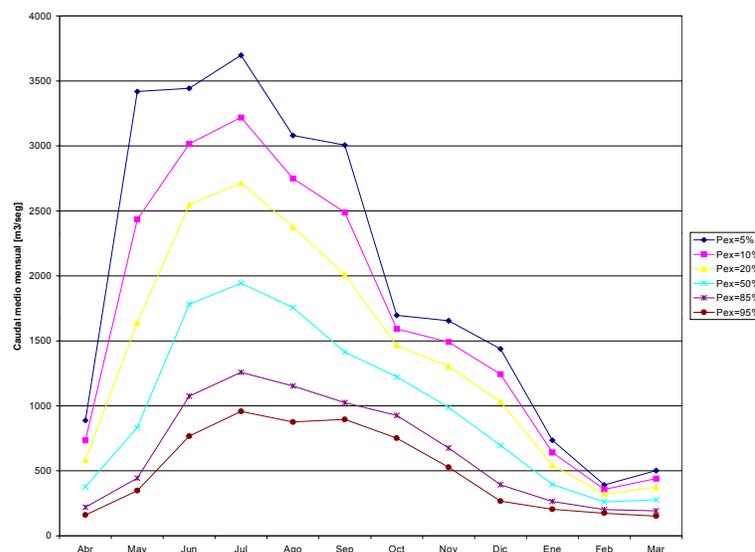


Figura 4.8: Curva de Variación Estacional en Bío Bío en Desembocadura

- b) Subcuenca del río Laja
 - Rucue en camino a Antuco

Esta estación se encuentra en el río Rucue, aguas arriba de la confluencia con el río Laja. Drena un área de 216 km² y se encuentra a 450 m s.n.m. Su régimen es pluvial con algunos pequeños caudales atribuibles a deshielos en el mes de noviembre.

Tabla 4.9: Estación Rucue en camino a Antuco

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	28.528	59.409	56.643	53.95	47.185	40.701	30.63	26.71	16.988	11.65	8.853	6.19
10	18.1	46.916	51.529	48.88	40.33	35.45	27.46	22.8	14.358	9.25	7.08	5.241
20	10.615	34.191	45.333	42.74	33.346	29.975	23.87	18.72	11.542	7	5.4	4.252
50	4.22	16.574	33.493	31	23.186	21.707	17.67	12.55	7.207	4.1	3.219	2.758
85	1.865	5.034	18.909	16.55	14.819	14.362	11.08	7.08	3.579	2.12	1.702	1.431
95	1.418	2.02	10.343	8.06	11.393	11.029	7.69	4.59	2.196	1.44	1.17	0.828
Dist	L3	G2	N	N	L2	G	P3	G	G2	L2	L2	G

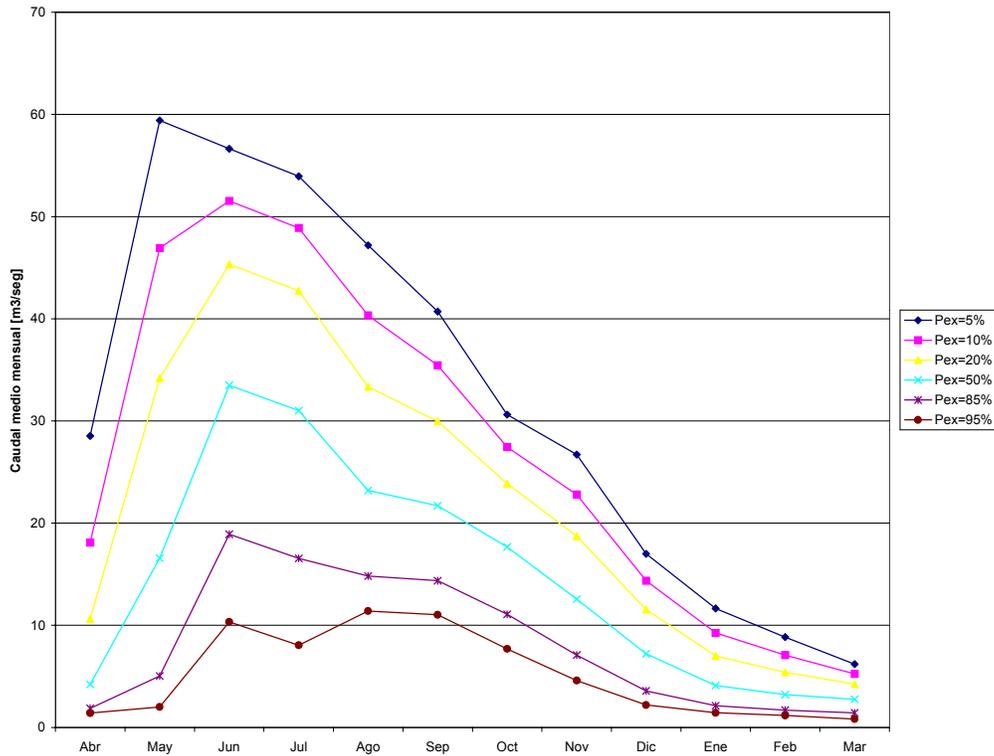


Figura 4.9: Curva de Variación Estacional en Rucue en camino a Antuco

- Laja en Tucapel

La estación fluviométrica de Laja en Tucapel se encuentra 48 km aguas arriba del Salto del Laja, a una altura de 285 m s.n.m., drenando un área de 2680 km². El régimen del cauce se muestra afectado por la regulación natural y operación de la Laguna Laja, que se efectúa con el objetivo de optimizar el funcionamiento de las centrales El Toro, Antuco y Abanico.

Los grandes caudales que se manifiestan en los meses de septiembre a diciembre son consecuencia de que una parte importante del área aportante de la subcuenca se ubica en plena Cordillera de los Andes, aportando así esta con sus deshielos. La característica pluvial de la cuenca se manifiesta en los importantes caudales registrados en invierno, principalmente debido a las precipitaciones orográficas producidas por la cordillera. Tanto para años secos como húmedos, los caudales producidos en los meses de invierno por precipitaciones son mayores que los producidos en periodo de deshielos, por lo que la cuenca queda claramente definida como de régimen nivo pluvial. Existe una gran intervención en la forma de extracciones para riego.

Tabla 4.10: Estación Laja en Tucapel

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	130.84	337.36	449.72	371.43	294.98	303.52	296.11	248.83	187.32	81.10	44.21	41.05
10%	113.61	272.24	361.03	331.87	271.23	273.76	248.98	218.78	161.00	73.40	42.26	36.95
20%	95.77	213.27	282.01	290.63	243.61	242.74	206.58	187.21	133.56	64.58	39.89	32.67
50%	69.21	140.17	188.48	228.34	195.79	195.87	155.70	138.98	92.12	49.59	35.37	26.22
85%	46.40	90.13	131.94	173.01	146.09	154.25	124.28	96.30	55.30	34.55	29.80	20.48
95%	36.66	72.05	114.58	147.90	121.37	135.36	114.44	77.63	38.60	27.38	26.53	17.88
Dist	LN	LP3	L3	G	G2	G	L3	L2	G	G2	N	G

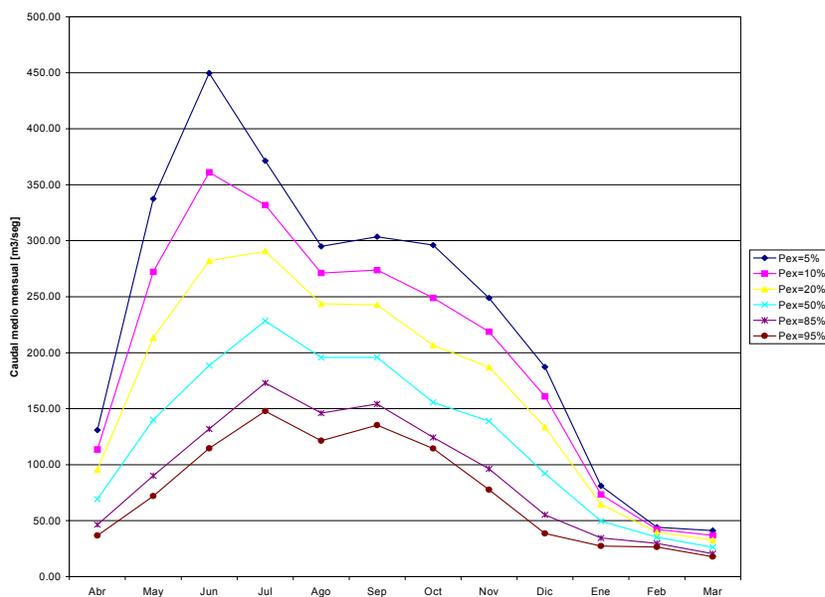


Figura 4.10: Curva de Variación Estacional en Laja en Tucapel

- Laja en Puente Perales

La estación se ubica 32 km aguas debajo del Salto del Laja y aguas abajo de la confluencia del único afluente que recibe el Laja en su tramo medio, el Caliboro. Drena una superficie de 3425 km² y se ubica a 65 m s.n.m.

La gran intervención antrópica aguas arriba de la estación se manifiesta en el pequeño aumento de los caudales entre la estación de Laja en Tucapel y Laja en Puente Perales. Las extracciones se realizan directamente al Río Laja o a sus afluentes. Una de las de mayor importancia es la del Canal Laja y el Canal Laja Diguillín.

La estación presenta prácticamente el mismo régimen que aguas arriba en Tucapel, no obstante los caudales de los meses de primavera y verano, meses en los que la demanda de riego se manifiesta, los caudales son muy similares en Laja en Tucapel y en la presente estación, lo que implica que todos los aportes intermedios de los afluentes se ven contrarrestados con las extracciones para riego y otros usos.

Tabla 4.11: Estación Laja en Puente Perales

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	195.94	445.63	491.92	440.86	365.79	363.67	290.93	240.95	173.17	105.01	80.14	88.811
10%	157.74	351.08	427.73	407.52	328.57	311.77	259.80	212.21	153.02	87.41	67.62	76.247
20%	123.54	268.23	360.81	367.13	289.76	262.23	226.51	181.94	130.58	71.09	55.04	63.328
50%	82.80	170.00	259.74	289.95	231.15	197.06	174.29	135.59	93.72	50.58	37.13	44.258
85%	57.91	106.44	169.96	194.89	179.08	150.89	126.21	94.39	58.80	37.01	22.87	28.213
95%	50.19	84.45	129.22	139.05	155.46	134.43	104.41	76.30	43.20	32.47	17.21	21.513
Dist	L3	LP3	G	N	G	L3	L2	L2	G2	L3	L2	L3

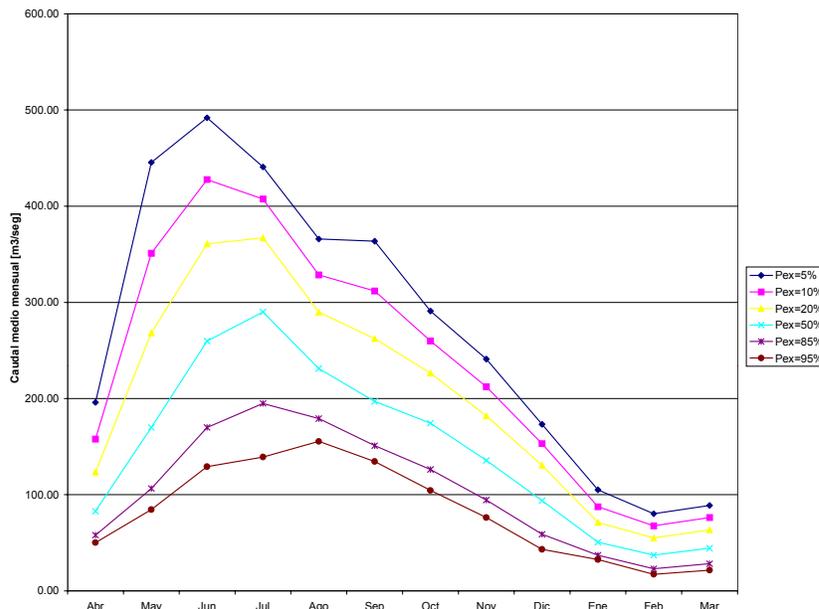


Figura 4.11: Curva de Variación Estacional en Laja en Puente Perales

- Claro en camino a Yumbel

La estación se encuentra en el río Claro, a aproximadamente 15 km aguas arriba de la confluencia con el río Laja.

La totalidad de la cuenca se encuentra bajo los 200 m s.n.m., lo que implica que los aportes de deshielos son nulos, quedando esta hoy a con un carácter solamente pluvial, mostrando los mayores caudales en los meses de junio y julio, y los menores entre diciembre y marzo.

Tabla 4.12: Estación Claro en camino Yumbel – Estación

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	12.88	40.03	55.79	55.20	51.86	39.35	21.28	13.05	7.14	5.96	6.82	4.67
10%	10.94	30.97	48.16	47.91	45.44	32.59	18.21	11.16	6.31	5.32	5.83	4.43
20%	8.98	22.69	39.86	40.32	38.35	25.88	15.07	9.24	5.50	4.65	4.92	4.19
50%	6.16	12.52	26.68	28.85	26.84	16.52	10.50	6.44	4.37	3.64	3.79	3.82
85%	3.87	6.02	14.94	18.66	16.18	9.26	6.72	4.13	3.49	2.73	3.07	3.49
95%	2.95	3.92	10.07	14.03	11.54	6.46	5.18	3.18	3.16	2.33	2.83	3.34
Dist	L2	L2	G2	G	G2	L3	L2	L2	L3	G	L3	G

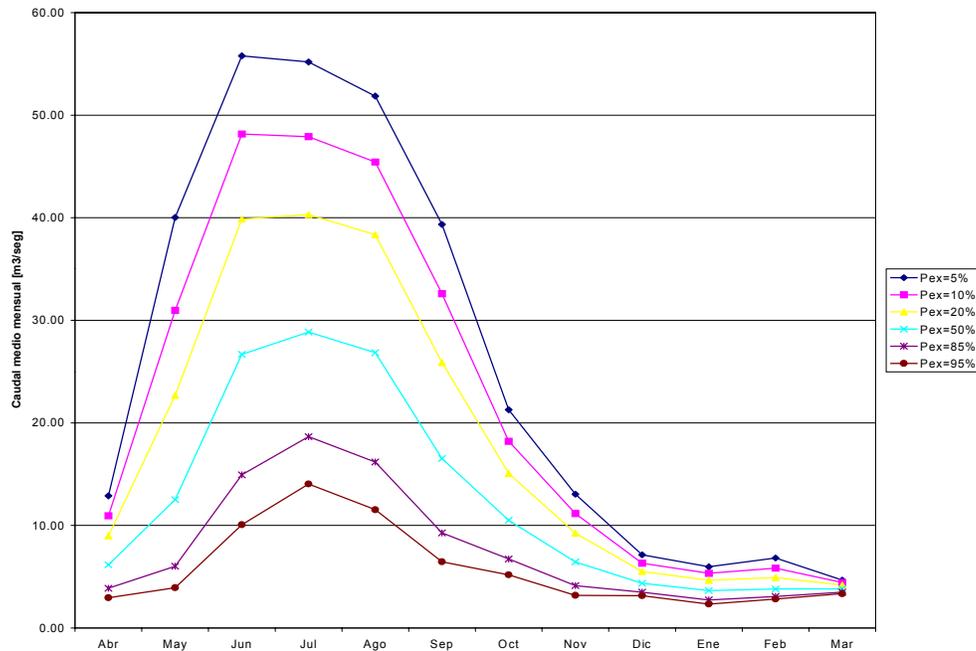


Figura 4.12: Curva de Variación Estacional en Claro en camino Yumbel – Estación

c) Subcuenca del río Bureo

- Mulchén en Mulchén

La estación se ubica aguas arriba de la confluencia del río Mulchén y el Bureo, en las proximidades de la ciudad de Mulchén. Su hoya afluente es de 434 km². La curva de variación estacional presenta características eminentemente pluviales como todas las estaciones del grupo. Los caudales medios mensuales máximos se aprecian en el mes de julio. El periodo de estiaje comprende los meses de enero a marzo.

Tabla 4.13: Estación Mulchén en Mulchén

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	12.19	73.45	91.35	95.47	73.32	56.57	33.95	23.67	17.75	9.51	8.15	7.84
10%	10.21	47.46	72.99	81.74	63.53	48.65	29.65	20.71	15.33	8.53	7.18	6.85
20%	8.24	28.47	55.61	66.89	53.33	40.53	25.16	17.49	12.69	7.41	6.17	5.81
50%	5.46	11.82	33.08	43.60	37.93	28.58	18.38	12.33	8.49	5.55	4.64	4.25
85%	3.30	5.44	17.44	23.33	24.25	18.59	12.36	7.39	4.75	3.72	3.28	2.89
95%	2.45	4.18	11.98	15.18	18.04	14.44	9.63	5.08	3.20	2.86	2.67	2.30
Dist	L2	L3	L2	G2	G	L2	G	L3	G2	G2	G	L2

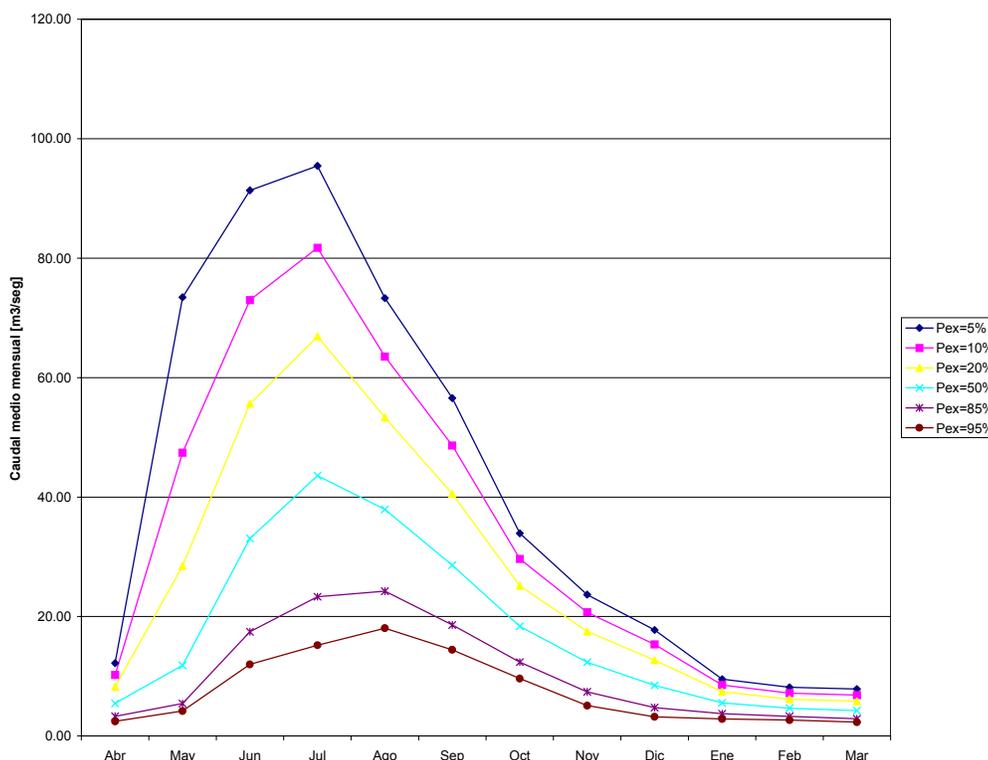


Figura 4.13: Curva de Variación Estacional en Mulchén en Mulchén

- Bureo en Mulchén

La estación fluviométrica de Bureo en Mulchén se ubica aguas arriba de la confluencia con el río Mulchén. La cuenca controlada por la estación comprende un área de 567 km² y su cota es de 133 m s.n.m. Al igual que para la anterior estación, en julio se alcanza en mayor caudal del río debido a las lluvias.

Tabla 4.14: Estación Bureo en Mulchén

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	36.56	134.29	154.09	181.07	145.32	142.69	79.50	58.27	51.62	25.26	15.57	16.26
10%	27.22	109.22	134.56	156.23	126.69	111.41	65.85	46.76	36.25	18.91	11.93	13.09
20%	19.05	83.15	113.44	129.67	106.22	83.46	52.42	35.82	24.04	13.48	8.85	10.07
50%	9.63	45.31	79.76	87.99	73.25	50.23	33.90	21.51	11.92	7.46	5.50	6.09
85%	4.15	17.47	47.95	49.60	43.09	30.02	19.81	11.48	6.30	4.16	3.71	3.28
95%	2.53	8.67	33.20	32.19	30.17	23.77	14.45	7.94	4.96	3.24	3.23	2.28
Dist	L2	G2	L3	L3	G2	L3	L2	L2	L3	L3	L3	L2

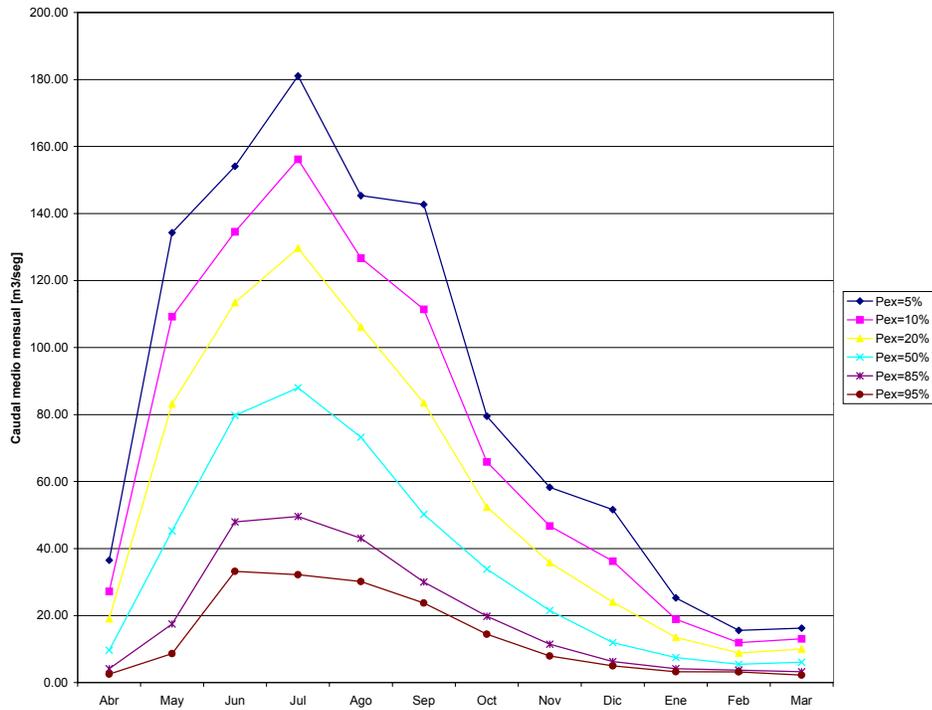


Figura 4.14: Curva de Variación Estacional en Bureo en Mulchén

- d) Subcuenca del río Vergara
 - Renaico en Longitudinal

La estación se ubica en el río Renaico, en su cruce con la carretera Panamericana, al norte de la localidad de Esperanza. Como en la mayoría de la cuenca, existe un gran número de canales que extraen agua principalmente de los afluentes al Renaico. El mayor caudal se presenta en el mes de Agosto, tanto para años secos como húmedos. El caudal que escurre en el río en los meses de invierno. En los meses de enero a marzo se registran los menores caudales.

Tabla 4.15: Estación Renaico en Panamericana

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	36.11	158.59	169.18	195.36	217.84	205.29	84.43	59.88	67.86	22.90	27.21	13.00
10%	27.58	119.78	149.01	164.44	180.65	161.75	74.44	51.30	49.10	19.72	20.13	11.33
20%	19.90	85.02	126.76	133.46	144.00	121.19	63.67	42.35	33.57	16.40	14.32	9.59
50%	10.67	43.58	90.11	89.55	93.36	69.79	46.53	28.84	17.15	11.38	8.26	6.96
85%	4.95	18.25	53.83	54.79	54.74	35.36	30.42	16.84	8.77	6.93	5.23	4.63
95%	3.15	10.38	36.27	41.05	40.01	23.72	22.97	11.39	6.59	4.91	4.46	3.57
Dist	L2	L3	L3	L2	L2	L2	L3	G	L3	G	L3	G

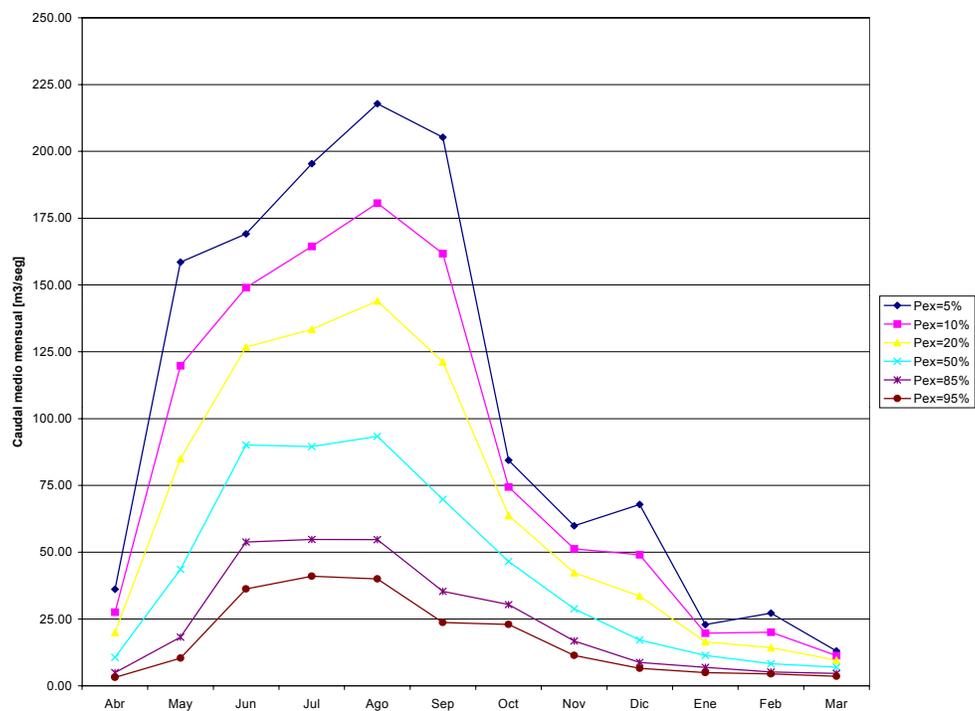


Figura 4.15: Curva de Variación Estacional en Renaico en Panamericana

- Mininco en longitudinal

La estación de Mininco en Longitudinal se ubica unos 4 km de la localidad de Esperanza, en el cruce del río con la carretera Panamericana, unos 12 km aguas arriba de la confluencia con el río Renaico. El área aportante a la estación es de 416 km² y su cota es de 120 m s.n.m. El régimen del río es muy similar al del Renaico, con ligeros cambios de la localización del caudal máximo, asociado al mes de junio en este cauce.

Tabla 4.16: Estación Mininco en Panamericana

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	7.60	72.66	86.81	80.53	69.99	52.17	30.97	19.64	11.77	7.45	3.60	3.19
10%	5.82	42.08	66.57	69.71	60.01	44.78	26.90	16.96	10.16	6.34	3.23	2.84
20%	4.26	22.05	48.26	57.90	49.80	37.23	22.68	14.17	8.48	5.21	2.84	2.48
50%	2.48	7.08	26.10	39.08	34.87	26.15	16.36	9.96	5.95	3.58	2.21	1.93
85%	1.46	2.60	12.24	22.18	22.48	16.92	10.95	6.22	3.69	2.25	1.62	1.45
95%	1.16	1.91	7.85	15.11	17.37	13.10	8.64	4.52	2.67	1.72	1.36	1.23
Dist	L3	L3	L2	G2	L2	L2	L2	G	G	L2	L2	G

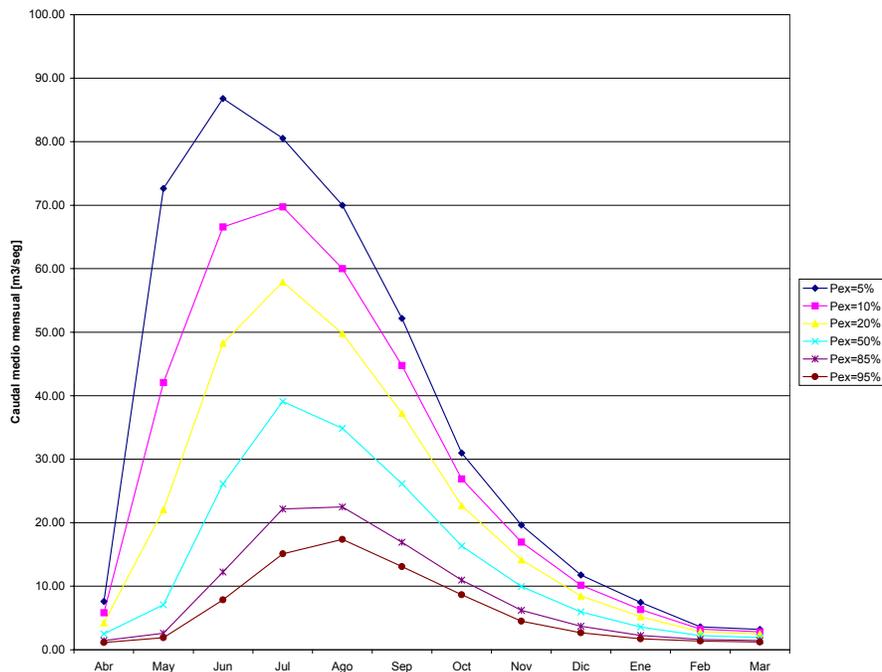


Figura 4.16: Curva de Variación Estacional en Mininco en Panamericana

- Malleco en Collipulli

La estación fluviométrica de Malleco en Collipulli se ubica unos 37 km aguas arriba de la confluencia con el río Rehue, al sur de la localidad de Collipulli. Drena un área de 428 km² y su cota es de 135 m s.n.m. Su régimen es claramente pluvial y alcanza los caudales máximos en el mes de julio, aunque la influencia de las precipitaciones es fuerte desde mayo hasta agosto.

Tabla 4.17: Estación Malleco en Collipulli

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	31.77	125.16	122.18	114.06	118.27	75.56	53.99	38.75	27.26	12.79	11.98	11.14
10%	21.72	92.81	100.94	99.44	93.04	62.37	46.14	32.00	22.96	10.78	9.34	8.60
20%	13.93	63.32	80.09	83.58	70.89	50.11	38.13	25.37	18.38	8.76	7.03	6.40
50%	6.47	28.71	51.47	58.14	45.26	34.62	26.50	16.28	11.36	5.90	4.35	3.91
85%	3.19	9.59	29.86	33.91	30.28	24.31	16.92	9.43	5.53	3.62	2.80	2.51
95%	2.45	4.71	21.68	22.59	25.83	20.84	13.00	6.84	3.34	2.72	2.34	2.11
Dist	L3	LP3	L2	L3	L3	L3	L2	L2	G2	L2	L3	L3

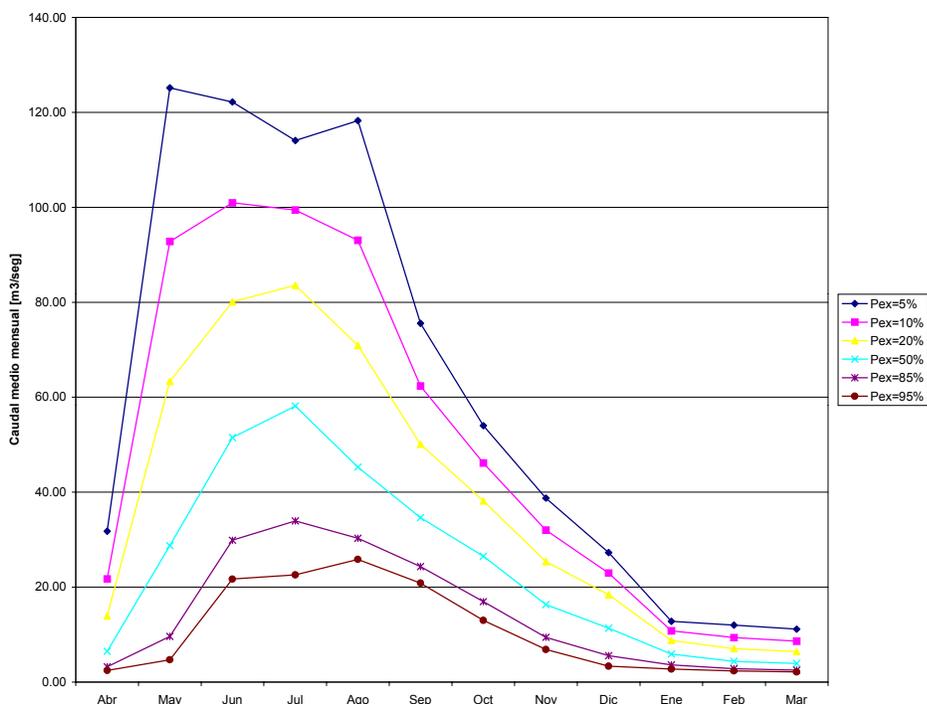


Figura 4.17: Curva de Variación Estacional en Malleco en Collipulli

Bío Bío

90.

- Vergara en Tijeral

La estación fluviométrica de Vergara en Tijeral se ubica en el río Vergara, aproximadamente 27 km aguas arriba de la confluencia con el Bío Bío. La cuenca que controla la estación es de 2470 km². El río Vergara en esta estación tiene como afluentes controlados aguas arriba al río Rehue y Malleco. El caudal del río Vergara es algo mayor que la suma de los caudales de los ríos Rehue y Malleco, lo que se debe a los aportes existentes en los ríos mencionados aguas abajo de las estaciones de monitoreo, tales como los ríos Picoiquén, Huequén y Requén, y los esteros Cancura, Pichilalenco, y Lolenco. El régimen de la estación es pluvial con caudales máximos en el mes de julio.

Tabla 4.18: Estación Vergara en Tijeral

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5%	44.74	222.00	257.56	311.72	210.05	149.35	102.96	60.19	46.15	16.69	13.63	16.55
10%	31.95	157.37	220.81	263.77	186.57	129.35	87.13	50.75	36.85	14.41	11.77	13.87
20%	21.60	103.78	180.96	214.46	160.28	108.67	71.18	41.28	28.06	12.06	9.86	11.20
50%	11.00	47.01	118.16	141.70	116.76	77.90	48.37	27.81	16.66	8.58	7.03	7.44
85%	5.87	17.72	63.04	80.49	75.00	51.70	30.05	17.10	8.77	5.64	4.63	4.50
95%	4.59	9.97	40.64	54.94	56.06	40.64	22.72	12.85	6.01	4.40	3.63	3.35
Dist	L3	LN	L3	L3	G2	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L2

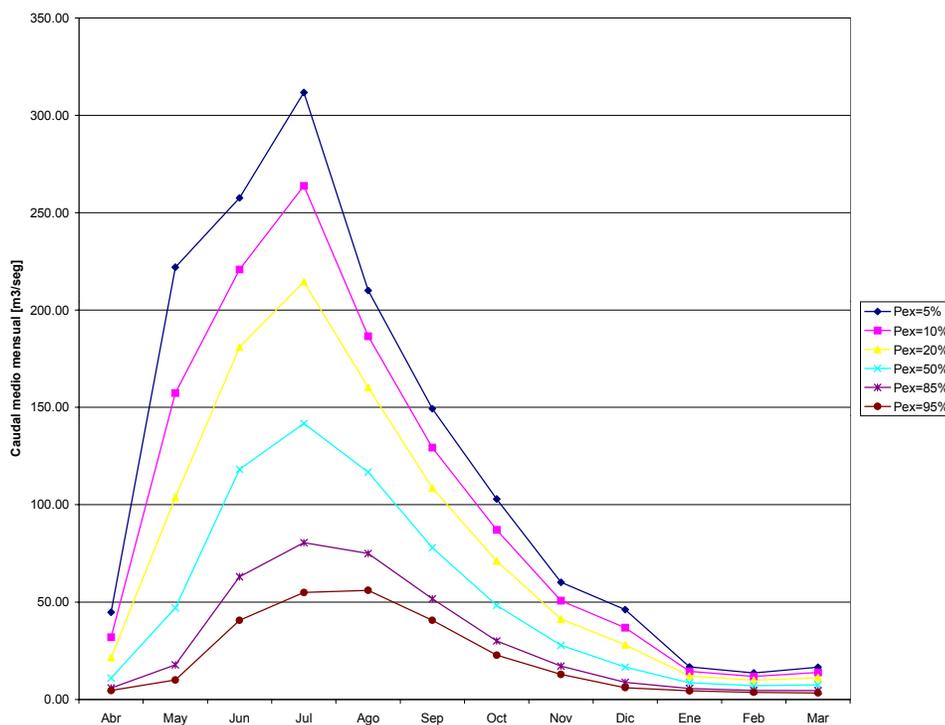


Figura 4.18: Curva de Variación Estacional en Vergara en Tijeral

4.1.2 Conclusiones

De acuerdo con las curvas de variación estacional presentadas anteriormente, se realiza una caracterización hidrológica de la cuenca del Bío Bío, señalando específicamente los períodos de estiaje para cada subcuenca.

a) Subcuenca Alta del Bío Bío

Abarca desde el nacimiento del río Bío Bío hasta antes de la junta con el río Lirquén, incluyendo el río Lonquimay. Muestra un régimen pluvio – nival con grandes crecidas en julio y noviembre, producto de precipitaciones y deshielos respectivamente. El período de estiaje ocurre en el trimestre enero, febrero, marzo, debido a que las precipitaciones son bastante bajas y al uso de agua para el riego.

b) Subcuenca Media del Bío Bío

Corresponde al área drenada por la parte media del río Bío Bío, desde antes de la junta del río Lirquén hasta la junta con el río Vergara, incluyendo los afluentes Bureo, Mulchén, Lirquén y Duqueco. En esta subcuenca se aprecia un régimen pluvial, salvo el cauce

Bío Bío

92.

principal que mantiene un régimen pluvio – nival. El período de estiaje es común a toda la subcuenca y se observa en el trimestre enero, febrero, marzo, debido a las bajas precipitaciones y al uso intensivo de agua para riego.

c) Subcuenca Baja del Bío Bío

Abarca la parte baja del río Bío Bío, desde la junta con el río Vergara hasta su desembocadura en el océano Pacífico, incluyendo el río Nicodahue. Muestra un régimen pluvial con grandes crecidas en junio y julio, y bajos caudales en el trimestre enero, febrero, marzo, debido a las bajas precipitaciones estivales y al uso del agua para riego.

d) Subcuenca del Vergara

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Vergara y sus afluentes, que son los ríos Malleco, Mininco y Renaico. Esta subcuenca muestra un régimen netamente pluvial, con grandes crecidas en junio, julio y agosto. El período de estiaje, común a toda la subcuenca, ocurre en el trimestre enero, febrero, marzo, debido a las bajas precipitaciones y al uso de agua para riego.

e) Subcuenca del Laja

Corresponde al área drenada por el río Laja y sus afluentes, ríos Rucue y Claro. Esta subcuenca muestra un régimen netamente pluvial, con grandes crecidas en junio y julio, producto a precipitaciones invernales. Los menores caudales ocurren en el trimestre enero, febrero, marzo, debido principalmente al uso intensivo de agua para riego.

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

Tabla 4.19: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del Bío Bío

Nº	Subcuenca	Subsubcuenca	Período Estiaje
1	Bío Bío	ALTA	Enero – Febrero – Marzo
2		MEDIA	Enero – Febrero – Marzo
3		BAJA	Enero – Febrero – Marzo
4	Vergara		Enero – Febrero – Marzo
5	Laja		Enero – Febrero – Marzo

4.2 Análisis de la Calidad de Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis

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

4.2.1 Selección de parámetros

De acuerdo a la metodología establecida 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.

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 4.20 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 4.20: Selección y Variación de los Parámetros de Calidad
en la Cuenca del río Bío Bío**

Parámetros	Unidad	Fuente	Mínimo	Máximo	Clase 0	Selección
FISICO_ QUÍMICOS						
Conduc Eléctrica	μS/cm	DGA	30	6766	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	BIORIO	0.1	85.0	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	BIORIO	1	719	<16	Si
Oxígeno Disuelto	mg/L	DGA	4.2	13.4	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	DGA	6.0	11.6	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	DGA	0.1	14.3	<2.4	Si
Sólidos disueltos	mg/L		s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	BIORIO	1.3	134.0	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C		-	-	<0.5	No
INORGANICOS						
Amonio	mg/L	BIORIO	0.01	1.42	<0.5	Si
Cianuro	μg/L	-	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	mg/L	DGA	1.06	649.1	<80	Si
Fluoruro	mg/L	-	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito	mg/L	-	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	mg/L	DGA	0.5	2.4	<120	No
Sulfuro	mg/L	-	s/i	s/i	<0.04	No
ORGANICOS						
PCB's	μg/L	BIORIO	<0.0001	0.347	<0.04	Si
Índice de Fenol	μg/L	BIORIO	<10	620	<1.6	Si
Hidrocarburos	mg/L	BIORIO	0.05	7.1	<0.04	Si
ORGANICOS PLAGUICIDAS						
Pentaclorofenol	μg/L	BIORIO	0.01	0.89	<0.01	Si

Tabla 4.20 (Continuación): Selección y Variación de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del río Bío Bío

Parámetros	Unidad	Fuente	Mínimo	Máximo	Clase 0	Selección
METALES ESENCIALES						
Boro	mg/l	DGA	<1	<1	<0.4	No
Cobre	µg/L	DGA	<10	120	<7.2	Si
Cromo total	µg/L	DGA	<10	960	<8	Si
Hierro	mg/L	DGA	<0.01	5.2	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	DGA	<0.01	0.62	<0.04	Si
Molibdeno	mg/L	DGA	<0.01	0.09	<0.008	Si
Niquel	µg/L	DGA	<10	<10	<42	No
Selenio	µg/L	DGA	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	DGA	<0.01	0.19	<0.096	Si
METALES NO ESENCIALES						
Aluminio	mg/L	DGA	< 0.01	1.7	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	DGA	<0.001	0.035	<0.04	No
Cadmio	µg/L	DGA	<10	<10	<1.8	No
Estaño	µg/L		s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	BIORIO	<0.05	0.75	<0.04	Si
Plomo	mg/L	DGA	<0.01	<0.01	<0.02	No
MICROBIOLOGICOS						
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	BIORIO	4	253000	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	BIORIO	68	562000	<200	Si

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

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

- Parámetros Principales
 - Color aparente
 - RAS
 - Cloruro
 - Amonio
 - PCB's
 - Índice de Fenol
 - Hidrocarburos
 - Pentaclorofenol
 - Cobre
 - Cromo
 - Hierro
 - Manganeso
 - Molibdeno
 - Zinc
 - Aluminio
 - Mercurio
 - Coliformes Totales

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.

- Cianuro
- Estaño

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. En esta cuenca, estos parámetros son: sulfato y arsénico.

No es posible realizar un análisis para los parámetros siguientes: boro, níquel, selenio, arsénico, cadmio y plomo, ya que los límites de detección (LD) de sus análisis son superiores al valor de la clase 0. Los parámetros níquel y selenio tienen un límite de detección que permite clasificarlos en 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 periodo de tiempo expresado en años y, en la ordenada el valor del parámetro.

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

En el caso de otros parámetros seleccionados, no se presentan gráficas de tendencia central porque no existen datos suficientes para una serie de tiempo. En el caso de los siguientes parámetros: cobre, cromo, molibdeno y zinc, no se incluyen las gráficas de tendencia central, debido a que la mayoría de los registros se encuentran en límite de detección.

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.21.

Tabla 4.21: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

RIO BIO-BIO
Conductividad Eléctrica:
El perfil de conductividad desde la estación de cabecera hasta la desembocadura muestra un comportamiento creciente con valores actuales aproximados de 62, 83, 85, 90, 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las estaciones Llanquén, Rucallhue, Coihue, Sta. Juana y Desembocadura respectivamente. Las conductividades son inferiores a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ valor máximo permitido para la clase objetivo 0, situación que es consecuencia directa del reducido contenido de sales disueltas. La única estación que muestra valores altos corresponde a la zona de estuario lo que se relaciona con los efectos de sodio y cloruro del agua marina.
pH:
La tendencia central del pH en el río Bío Bío muestra una relativa constancia en su comportamiento temporal de tal modo, que las tres primeras estaciones tienen valores cercanos a 7,5, produciéndose una ligera disminución en Santa Juana y la Desembocadura Sur hacia la neutralidad. Esto es consecuencia de la alcalinidad presente en el río que genera un efecto tampón del sistema.
Oxígeno Disuelto:
La tendencia central de este parámetro desde la estación de cabecera a la desembocadura indica una continua disminución desde valores cercanos a 10 hasta 8.5 mg/L, situación que se explica porque en la parte alta del río (ritrón) se presentan factores morfológicos (pendientes altas); climáticos (temperaturas menores), ausencia de efectos antrópicos (nula carga orgánica), los cuales favorecen un mayor contenido de oxígeno en el agua, a diferencia de las zonas inferiores (potamon) donde se presenta menores pendientes, mayor temperatura, y posibles efectos antrópicos que disminuyen el contenido de oxígeno del agua.
RAS:
El RAS presenta una tendencia creciente por estación desde Llanquén hasta Santa Juana en un rango entre 0,38 a 1. Excepto la estación Desembocadura que en una serie de tiempo de 9 años decrece desde 13 a 5.
Concentración de Cloruro :
Los valores de la tendencia central desde Llanquén a Santa Juana son extremadamente bajos, menores que 6.5 mg/L. En la desembocadura el valor alcanza a 150 mg/L, lo que es consistente con los parámetros de conductividad, RAS y la apreciación que la última estación es de una mezcla de aguas.
Concentración de Hierro:
La tendencia central del hierro se mueve entre un rango de concentración desde la cabecera a la desembocadura de 0.3 a 0.8 mg/L: Notoriamente en Llanquén es más bajo para subir y permanecer relativamente constante en una concentración aproximada de 0.6 mg/L y mostrar un notorio aumento en la desembocadura.
Concentración de Manganeso:
El manganeso presenta en una tendencia plana en la estación Rucallhue con un valor aproximado a 0,02 mg/L, en una serie de tiempo de 6 años. En las estaciones Llanquén, Coihue y Desembocadura se observa una tendencia central decreciente en cada estación en una serie de tiempo de 6 años; la tendencia a lo largo del río es creciente con valores de 0,018 mg/L en Llanquén, 0,045 mg/L en Coihue y 0,13 mg/L en la Desembocadura.
Concentración de Aluminio:
El aluminio presenta una tendencia decreciente en todas las estaciones en una serie de tiempo de ocho años con igual concentración a lo largo del río. Disminuyendo desde 0,50 a 0,35 mg/L.

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo existente está orientada a medir parámetros inorgánicos de tal modo que no se dispone de información orgánica; en segundo término, la información complementaria está enfocada verificar la clase actual en algunos segmentos de los cauces seleccionados y en tercer lugar, se requiere contar con una información puntual en cauces en los cuales se carece de toda otra información. En el caso de esta cuenca, se ha privilegiado las mediciones en aquellos puntos donde se sitúan estaciones de calidad de la DGA para completar los datos faltantes en esas estaciones.

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 4.22: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de Muestreo	Situación	Parámetros a medir
0834RE20	Río Renaico a/j río Vergara	No existente	DBO ₅ , Color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , Sn, CF, CT
0838CL10	Río Claro en Puente Ferroviario	Estación DGA	
0836GU10	Río Guaqui en Diuquín	Estación DGA	
0836NI10	Río Nicodahue a/j río Bío Bío	No existente	
0835RH20	Río Rehue en Algol	No existente	
0834MI10	Río Mininco a/j río Renaico	No existente	
0831LI10	Río Lirquén a/j río Bío Bío	No existente	
0835MA10	Río Malleco en Collipulli	Estación DGA	
0839BI30	Río Bío Bío en Desembocadura Norte	Estación DGA	

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

Bío Bío

100.

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 Bío Bío la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA

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

- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4

- Información de Otras Fuentes:

- Programa de Monitoreo de Bío Río de la Calidad de Aguas del Sistema río Bío Bío Fase II. Periodo de registro desde 1994-1997. Información nivel 2.

- Monitoreo SAG .Diciembre 2000. Información nivel 3.

- Información Estimada por el Consultor: Nivel 5

Para la cuenca del río Bío Bío, 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 periodo estacional: verano, otoño, invierno y primavera.

En la tabla 4.23, se presentan los valores calculados para los parámetros seleccionados, por período estacional, en la cuenca del río Bío Bío asignando la clase correspondiente a cada uno de ellos de acuerdo al *Instructivo*. Para los metales cadmio, cobre, plomo, níquel y zinc, los límites de las clase 0 y clase 1 se han modificado con relación a la dureza del agua, como se indica en el *Instructivo*, antes de asignarles la clase correspondiente.

Tabla 4.23: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío
Información DGA

Estación de Muestreo	Conductividad Eléctrica (uS/cm)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	61.5	0	70.7	0	65.0	0	56.4	0
Río BioBio en Rucalhue	100.9	0	111.9	0	69.2	0	75.9	0
Río Bureo en Longitudinal	62.7	0	54.7	0	31.6	0	((49,0))	0
Río BioBio en Coihue	100,0	0	111.9	0	71.5	0	75.3	0
Río BioBio en Sta Juana	114.5	0	110,0	0	65.2	0	75.3	0
Río BioBio antes Planta Mochita	(110,0)	0	(103)	0	(85,5)	0	(80,4)	0
Río Malleco en Collipulli	66,7	0	62,0	0	40,7	0	45,5	0
Río Renaico en El Morro	54,9	0	52,0	0	37,7	0	(38,7)	0
Río Renaico en Renaico	78,8	0	85,0	0	47,3	0	52,0	0
Río Vergara en Tijeral	104,3	0	107,6	0	59,7	0	70,5	0
Río Duqueco en Villacura	60,0	0	76,0	0	51,8	0	(50,3)	0
Río Claro en Puente FFCC	(214,9)	0	(213,0)	0	(154,0)	0	(216,7)	0
Río Guaqui en Diuquin	146,5	0	139,5	0	149,2	0	(162,5)	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	62,8	0	64,5	0	60,9	0	(62,9)	0
Río Laja en Puente Perales	80,0	0	79,6	0	72,0	0	(67,7)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	1900,0	3	436,0	0	154,8	0	(341,1)	0
Río BioBio en Desembocadura Sur	237,0	0	149,8	0	96,4	0	77,8	0

Estación de Muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	9.4	0	10.6	0	12.0	0	9.9	0
Río BioBio en Rucalhue	10,0	0	10,0	0	12,0	0	11,2	0
Río Bureo en Longitudinal	9,7	0	(10,3)	0	(11,2)	0	((8,7))	0
Río BioBio en Coihue	9,8	0	10,6	0	11,4	0	10,9	0
Río BioBio en Sta Juana	9,1	0	9,7	0	10,8	0	9,6	0
Río BioBio antes Planta Mochita	(8,8)	0	(9,1)	0	(10,7)	0	(9,3)	0
Río Malleco en Collipulli	9,4	0	10,1	0	12,1	0	11,4	0
Río Renaico en El Morro	9,3	0	10,3	0	11,1	0	(10,1)	0
Río Renaico en Renaico	8,9	0	8,8	0	11,7	0	11,2	0
Río Vergara en Tijeral	8,3	0	7,8	0	11,0	0	10,3	0
Río Duqueco en Villacura	9,9	0	10,0	0	11,2	0	(10,4)	0
Río Claro en Puente FFCC	(8,0)	0	(8,2)	0	(8,7)	0	(9,1)	0
Río Guaqui en Diuquin	9,0	0	9,5	0	10,1	0	(8,4)	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	11,6	0	11,6	0	11,6	0	(12,0)	0
Río Laja en Puente Perales	9,7	0	10,0	0	11,5	0	(10,8)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	9,1	0	8,7	0	9,3	0	(7,0)	2
Río BioBio en Desembocadura Sur	8,6	0	8,4	0	9,8	0	8,5	0

Estación de Muestreo	pH							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	7.7	0	7.5	0	7.5	0	7.6	0
Río BioBio en Rucalhue	7.6	0	7.8	0	7.4	0	7.5	0
Río Bureo en Longitudinal	7.4	0	7.2	0	7.3	0	((7,2))	0
Río BioBio en Coihue	7.5	0	7.7	0	7.3	0	7.5	0
Río BioBio en Sta Juana	7.3	0	7.5	0	7.3	0	7.5	0
Río BioBio antes Planta Mochita	(7,2)	0	(7,1)	0	(7,0)	0	(7,9)	0
Río Malleco en Collipulli	7,5	0	7,4	0	7,0	0	7,0	0
Río Renaico en El Morro	7,3	0	7,4	0	7,2	0	(7,9)	0
Río Renaico en Renaico	7,2	0	7,2	0	7,3	0	7,0	0
Río Vergara en Tijeral	7,1	0	7,1	0	7,0	0	6,8	0
Río Duqueco en Villacura	7,5	0	7,6	0	7,3	0	(7,3)	0
Río Claro en Puente FFCC	8,9	4	(8,0)	0	(7,5)	0	(7,7)	0
Río Guaqui en Diuquin	7,7	0	7,5	0	7,4	0	(7,4)	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	7,6	0	7,4	0	7,3	0	(7,3)	0
Río Laja en Puente Perales	7,7	0	7,6	0	7,5	0	(7,5)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	7,6	0	7,4	0	7,3	0	(7,4)	0
Río BioBio en Desembocadura Sur	7,4	0	7,1	0	7,1	0	7,2	0

Tabla 4.23 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información DGA

Estación de Muestreo	RAS							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	0,3	0	0,3	0	0,3	0	-	
Río BioBio en Rucalhue	0,4	0	0,4	0	0,3	0	-	
Río Bureo en Longitudinal								
Río BioBio en Coihue	0,4	0	0,5	0	0,3	0	-	
Río BioBio en Sta Juana	0,6	0	0,6	0	0,4	0	-	
Río BioBio antes Planta Mochita	(0,7)	0	(0,6)	0	-		-	
Río Malleco en Collipulli								
Río Renaico en El Morro	0,4	0	0,4	0	0,3	0	-	
Río Renaico en Renaico	0,3	0	0,4	0	0,3	0	0,4	0
Río Vergara en Tijeral								
Río Duqueco en Villacura	0,4	0	0,3	0	0,3	0	-	
Río Claro en Puente FFCC	(0,5)	0	(0,5)	0	-		-	
Río Guaqui en Diuquin	0,4	0	0,4	0	0,4	0	-	
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0,4	0	0,4	0	0,4	0	-	
Río Laja en Puente Perales	0,4	0	0,4	0	0,4	0	-	
Río BioBio en Desembocadura Norte	6,3	3	3,6	2	1,3	0	-	
Río BioBio en Desembocadura Sur	1,6	0	0,9	0	0,6	0	-	

Estación de Muestreo	Cloruro (mg/L)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	2,8	0	2,8	0	2,8	0		
Río BioBio en Rucalhue	6,4	0	6,3	0	3,3	0		
Río Bureo en Longitudinal	4,2	0	(4,0)	0	(2,2)	0		
Río BioBio en Coihue	4,6	0	5,4	0	3,3	0		
Río BioBio en Sta Juana	8,4	0	8,5	0	3,6	0		
Río BioBio antes Planta Mochita	(12,0)	0	(7,4)	0				
Río Malleco en Collipulli	(3,3)	0	(3,2)	0	(2,5)	0	(2,8)	0
Río Renaico en El Morro	4,3	0	4,9	0	2,8	0		
Río Renaico en Renaico	4,4	0	4,5	0	3,2	0	3,1	0
Río Vergara en Tijeral	5,9	0	5,1	0	4,6	0		
Río Duqueco en Villacura	4,2	0	4,0	0	3,5	0		
Río Claro en Puente FFCC	(6,3)	0	(5,3)	0				
Río Guaqui en Diuquin	4,5	0	5,2	0	4,7	0		
Río Laja bajo descarga Central Antuco	3,5	0	3,6	0	2,2	0		
Río Laja en Puente Perales	4,2	0	3,2	0	2,9	0		
Río BioBio en Desembocadura Norte	478,0	4	157,0	3	25,4	0		
Río BioBio en Desembocadura Sur	29,0	0	13,7	0	9,3	0		

Estación de Muestreo	Cobre (µg/l)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río BioBio en Rucalhue	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río Bureo en Longitudinal	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río BioBio en Coihue	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río BioBio en Sta Juana	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río BioBio antes Planta Mochita	(<10)	<2	(<10)	<2	(<10)	<2	(20)	2
Río Malleco en Collipulli	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
Río Renaico en El Morro	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río Renaico en Renaico	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
Río Vergara en Tijeral	<10	<2	<10	<2	<10	<2	<10	<2
Río Duqueco en Villacura	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río Claro en Puente FFCC	(<10)	<2	<10	<2	(20)	2	(<10)	<2
Río Guaqui en Diuquin	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río Laja bajo descarga Central Antuco	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río Laja en Puente Perales	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2
Río BioBio en Desembocadura Norte	20	2	<10	<2	(<10)	<2	(<10)	<2
Río BioBio en Desembocadura Sur	<10	<2	<10	<2	<10	<2	(<10)	<2

Tabla 4.23 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información DGA

Estación de Muestreo	Cromo (µg/l)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1
Río BioBio en Rucalhue	23	2	<10	<1	20	2	(49)	2
Río Bureo en Longitudinal	((37))	2	((<10))	<1	((<10))	<1	((20))	2
Río BioBio en Coihue	13	2	<10	<1	20	2	<10	<1
Río BioBio en Sta Juana	20	2	20	2	<10	<1	<10	<1
Río BioBio antes Planta Mochita	<10	<1	<10	<1	(20)	2	<10	<1
Río Malleco en Collipulli	(17)	2	(12)	2	((15))	2	(20)	2
Río Renaico en El Morro	<10	<1	<10	<1	<10	<1	(20)	2
Río Renaico en Renaico	<10	<1	<10	<1	<10	<1	52	2
Río Vergara en Tijeral	((23))	2	((12))	2	((23))	2	((22))	2
Río Duqueco en Villacura	20	2	<10	<1	<10	<1	(39)	2
Río Claro en Puente FFCC	<10	<1	<10	<1	(20)	2	(30)	2
Río Guaqui en Diuquin	13	2	<10	<1	20	2	(30)	2
Río Laja bajo descarga Central Antuco	<10	<1	<10	<1	20	2	(30)	2
Río Laja en Puente Perales	<10	<1	<10	<1	50	2	(23)	2
Río BioBio en Desembocadura Norte	<10	<1	<10	<1	20	2	<10	<1
Río BioBio en Desembocadura Sur	32	2	<10	<1	<10	<1	<10	<1

Estación de Muestreo	Hierro (mg/L)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	0.31	0	0.30	0	0.30	0	0.16	0
Río BioBio en Rucalhue	0.27	0	0.40	0	0.40	0	0.10	0
Río Bureo en Longitudinal	0.26	0	0.37	0	0.31	0	((0,13))	0
Río BioBio en Coihue	0.37	0	0.40	0	0.30	0	0.21	0
Río BioBio en Sta Juana	0.38	0	0.60	0	0.80	0	0.80	0
Río BioBio antes Planta Mochita	((0,23))	0	(0,10)	0	(0,50)	0	(0,30)	0
Río Malleco en Collipulli	0.23	0	0.20	0	0.25	0	0.18	0
Río Renaico en El Morro	0.12	0	0.11	0	0.16	0	(0,12)	0
Río Renaico en Renaico	0.37	0	0.41	0	0.40	0	0.30	0
Río Vergara en Tijeral	0.72	0	0.62	0	0.88	1	0.79	0
Río Duqueco en Villacura	0.34	0	0.26	0	0.20	0	(0,30)	0
Río Claro en Puente FFCC	(0,30)	0	(0,19)	0	(1,30)	2	(0,65)	0
Río Guaqui en Diuquin	0.70	0	0.88	1	1.00	1	(0,80)	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0.10	0	0.14	0	0.12	0	(0,03)	0
Río Laja en Puente Perales	0.26	0	0.32	0	0.4	0	(0,30)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	0.79	0	0.96	1	0.90	1	(0,60)	0
Río BioBio en Desembocadura Sur	0.66	0	0.50	0	1.10	2	0.53	0

Estación de Muestreo	Manganeso (mg/l)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	0.01	0	0.02	0	0.01	0	0.01	0
Río BioBio en Rucalhue	0.02	0	0.02	0	0.01	0	0.01	0
Río Bureo en Longitudinal	((0,03))	0	((0,03))	0	((0,03))	0	((0,03))	0
Río BioBio en Coihue	0.04	0	0.04	0	0.10	2	0.02	0
Río BioBio en Sta Juana	0.02	0	0.04	0	0.10	2	0.09	2
Río BioBio antes Planta Mochita	<0,01	0	(0,02)	0	(0,04)	0	(0,02)	0
Río Malleco en Collipulli	((0,03))	0	((0,02))	0	((0,02))	0	((0,01))	0
Río Renaico en El Morro	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(0,01)	0
Río Renaico en Renaico	0,03	0	0,02	0	0,03	0	0,01	0
Río Vergara en Tijeral	(0,07)	2	(0,08)	2	(0,04)	1	(0,02)	0
Río Duqueco en Villacura	0,02	0	0,02	0	0,20	2	(0,02)	0
Río Claro en Puente FFCC	(0,05)	1	(0,04)	0	(0,30)	4	(0,14)	2
Río Guaqui en Diuquin	0,04	0	0,07	2	1,00	4	(0,09)	2
Río Laja bajo descarga Central Antuco	<0,01	0	0,02	0	<0,01	0	(0,01)	0
Río Laja en Puente Perales	<0,01	0	0,02	0	<0,01	0	(0,02)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	0,06	2	0,13	2	0,20	2	(0,08)	2
Río BioBio en Desembocadura Sur	0,34	4	0,13	2	0,10	2	0,06	2

Tabla 4.23 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información DGA

Estación de Muestreo	Molibdeno (mg/l)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(0,03)	2
Río BioBio en Rucalhue	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río Bureo en Longitudinal	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	-	
Río BioBio en Coihue	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río BioBio en Sta Juana	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río BioBio antes Planta Mochita	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1	(0,02)	2	(<0,01)	<1
Río Malleco en Collipulli	((0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
Río Renaico en El Morro	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(0,03)	2
Río Renaico en Renaico	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río Vergara en Tijeral	(<0,01)	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
Río Duqueco en Villacura	0,02	2	<0,01	<1	<0,01	<1	(0,04)	2
Río Claro en Puente FFCC	(<0,01)	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1	(<0,01)	<1
Río Guaqui en Diuquin	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(0,04)	2
Río Laja bajo descarga Central Antuco	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(0,04)	2
Río Laja en Puente Perales	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río BioBio en Desembocadura Norte	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1
Río BioBio en Desembocadura Sur	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1	(<0,01)	<1

Estación de Muestreo	Zinc (mg/l)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	0,06	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río BioBio en Rucalhue	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Bureo en Longitudinal	((0,05))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0	-	
Río BioBio en Coihue	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río BioBio en Sta Juana	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
Río BioBio antes Planta Mochita	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
Río Malleco en Collipulli	((0,02))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0	((0,01))	0
Río Renaico en El Morro	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Renaico en Renaico	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Vergara en Tijeral	(0,02)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(0,01)	0
Río Duqueco en Villacura	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Claro en Puente FFCC	(<0,01)	0	<0,01	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
Río Guaqui en Diuquin	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río Laja en Puente Perales	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río BioBio en Desembocadura Norte	0,016	0	<0,01	0	<0,01	0	(<0,01)	0
Río BioBio en Desembocadura Sur	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	(0,03)	0

Estación de Muestreo	Aluminio (mg/L)							
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Río BioBio en Llanquén	0,22	2	0,50	2	0,50	2	0,50	2
Río BioBio en Rucalhue	0,27	2	0,50	2	0,50	2	0,40	2
Río Bureo en Longitudinal	-		((0,01))	0	((0,20))	2	-	
Río BioBio en Coihue	0,35	2	0,50	2	0,50	2	0,40	2
Río BioBio en Sta Juana	0,16	2	0,50	2	0,50	2	0,50	2
Río BioBio antes Planta Mochita	(0,19)	2	(0,40)	2	(<0,5)	<2	(0,40)	2
Río Malleco en Collipulli	((0,38))	2	((0,39))	2	((0,37))	2	((0,60))	2
Río Renaico en El Morro	0,20	2	0,50	2	<0,5	<2	(0,40)	2
Río Renaico en Renaico	0,50	2	0,50	2	0,40	2	0,50	2
Río Vergara en Tijeral	(0,55)	2	((0,48))	2	((0,40))	2	((0,55))	2
Río Duqueco en Villacura	0,30	2	0,50	2	<0,5	<2	(0,60)	2
Río Claro en Puente FFCC	(0,20)	2	(0,35)	2	(1,40)	3	(0,90)	2
Río Guaqui en Diuquin	0,38	2	0,50	2	<0,5	<2	(0,60)	2
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0,13	2	0,50	2	<0,5	<2	(0,40)	2
Río Laja en Puente Perales	0,20	2	0,50	2	<0,5	<2	(0,50)	2
Río BioBio en Desembocadura Norte	0,30	2	0,59	2	<0,5	<2	(0,50)	2
Río BioBio en Desembocadura Sur	0,58	2	0,53	2	0,50	2	0,50	2

Bío Bío

106.

Respecto a la información adicional a la proporcionada por la DGA, el programa de Bío Río entrega un aporte en lo que respecta a los siguientes parámetros: DBO₅, color aparente, sólidos suspendidos, amonio, hidrocarburos, pentaclorofenol, coliformes fecales y coliformes totales, tal como se presenta a continuación en la tabla 4.24.

Tabla 4.24: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información Bío Río 1994-1997

ESTACIÓN DE MUESTREO	DBO ₅ (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(2,0)	1	(0,8)	0	(0,8)	0	(0,4)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(0,8)	0	(1,7)	0	(1,0)	0	(1,1)	0
Puente Coihue, Coihue	(0,8)	0	(1,2)	0	(0,8)	0	(1,0)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(1,4)	0	(1,5)	0	(0,8)	0	(2,0)	1
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(1,4)	0	(3,5)	1	(0,8)	0	(1,0)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(17,6)	4	(48,5)	4	(1,4)	0	(32,9)	4
Frente a Buenuraqui	(1,8)	0	(0,6)	0	(1,8)	0	(0,2)	0
Frente a Santa Juana	(1,1)	0	(1,3)	0	(1,4)	0	(0,6)	0
Frente a Hualqui	(1,3)	0	(1,1)	0	-	-	(0,2)	0
Frente a Chiguayante	(1,6)	0	(1,5)	0	(1,0)	0	(0,7)	0
Frente a Concepción	(2,6)	1	(2,2)	1	(2,6)	1	(1,5)	0
Sector Hualpencillo	(2,6)	1	(3,8)	1	(0,8)	0	(1,6)	0
Desembocadura, 200 mts del mar	(1,7)	0	(2,4)	1	(1,0)	0	(0,8)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Color (Pt-Co)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(13)	0	(6)	0	-	-	(2)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(12)	0	(9)	0	-	-	(2)	0
Puente Coihue, Coihue	(22)	2	(23)	2	-	-	(9)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(39)	2	(33)	2	-	-	(10)	0
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(19)	1	(26)	2	-	-	(14)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(371)	3	(319)	3	-	-	(136)	3
Frente a Buenuraqui	(33)	2	(13)	0	-	-	(13)	0
Frente a Santa Juana	(24)	2	(38)	2	-	-	(29)	2
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	(24)	2
Frente a Chiguayante	(22)	2	(28)	2	-	-	(23)	2
Frente a Concepción	(22)	2	(32)	2	-	-	(25)	2
Sector Hualpencillo	(32)	2	(31)	2	-	-	(25)	2
Desembocadura, 200 mts del mar	(24)	2	(31)	2	-	-	(28)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sólidos Suspendidos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(3,2)	0	(50,0)	2	(32,6)	2	(7,7)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(4,8)	0	(43,0)	2	(23,8)	0	(8,7)	0
Puente Coihue, Coihue	(14,4)	0	(45,7)	2	(35,0)	2	(6,4)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(13,4)	0	(55,2)	3	(32,2)	2	(6,0)	0
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(43,7)	2	(42,5)	2	(32,4)	2	(4,5)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(29,5)	2	(28,8)	1	(122,8)	4	(13,5)	0
Frente a Buenuraqui	(45,7)	2	(5,7)	0	(86,0)	4	(2,8)	0
Frente a Santa Juana	(17,9)	0	(8,0)	0	(85,2)	4	(5,7)	0
Frente a Hualqui	(21,2)	0	(1,8)	0	-	-	(9,0)	0
Frente a Chiguayante	(79,0)	3	(4,6)	0	(93,6)	4	(6,4)	0
Frente a Concepción	(80,0)	3	(15,1)	0	(103,6)	4	(13,5)	0
Sector Hualpencillo	(57,8)	3	(13,2)	0	(80,4)	4	(13,5)	0
Desembocadura, 200 mts del mar	(35,4)	2	(3,8)	0	(103,0)	4	(2,9)	0

Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información Bío Río 1994-1997

ESTACIÓN DE MUESTREO	Amonio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(0,04)	0	(0,03)	0	-	-	(0,02)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(0,04)	0	(0,03)	0	-	-	(0,03)	0
Puente Coihue, Coihue	(0,04)	0	(0,04)	0	(0,03)	0	(0,01)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(0,02)	0	(0,04)	0	(0,02)	0	(0,02)	0
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(0,07)	0	(0,01)	0	(0,04)	0	(0,04)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(0,53)	1	(0,19)	0	(0,04)	0	(0,16)	0
Frente a Buenuraqui	(0,03)	0	(0,05)	0	(0,03)	0	(0,01)	0
Frente a Santa Juana	(0,05)	0	(0,02)	0	(0,06)	0	(0,05)	0
Frente a Hualqui	(0,02)	0	(0,04)	0	-	-	(0,06)	0
Frente a Chiguayante	(0,03)	0	(0,23)	0	(0,08)	0	(0,05)	0
Frente a Concepción	(0,02)	0	(0,04)	0	(0,08)	0	(0,05)	0
Sector Hualpencillo	(0,12)	0	(0,74)	1	(0,10)	0	(0,20)	0
Desembocadura, 200 mts del mar	(0,41)	0	(0,66)	1	(0,07)	0	(0,20)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hidrocarburos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(0,12)	2	(0,19)	2	-	-	(1,11)	4
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(0,12)	2	(1,03)	4	(0,08)	2	(1,26)	4
Puente Coihue, Coihue	(2,68)	4	(0,88)	3	(0,41)	3	(0,61)	3
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(7,10)	4	-	-	-	-	-	-
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(0,34)	3	-	-	-	-	-	-
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(0,64)	3	-	-	-	-	-	-
Frente a Buenuraqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Santa Juana	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Chiguayante	-	-	(<0,05)	<2	-	-	(<0,05)	<2
Frente a Concepción	(0,44)	3	(0,11)	2	(0,10)	2	(0,16)	2
Sector Hualpencillo	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembocadura, 200 mts del mar	(0,47)	3	(0,12)	2	(0,06)	2	(0,15)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Pentaclorofenol (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0	(<0,01)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(<0,01)	0	(0,012)	0	(0,029)	0	(0,013)	0
Puente Coihue, Coihue	(0,059)	0	(0,030)	0	(0,032)	0	(<0,01)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(0,056)	0	(0,077)	0	(0,032)	0	(<0,01)	0
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(0,014)	0	(0,070)	0	(0,296)	0	(0,017)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(0,462)	0	(0,248)	0	(0,892)	4	(0,143)	0
Frente a Buenuraqui	(0,037)	0	(<0,01)	0	(0,031)	0	(0,030)	0
Frente a Santa Juana	(0,150)	0	(<0,01)	0	(0,437)	0	(0,030)	0
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Chiguayante	(0,071)	0	(0,012)	0	(0,362)	0	(<0,01)	0
Frente a Concepción	(0,078)	0	(0,017)	0	(0,373)	0	(0,024)	0
Sector Hualpencillo	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembocadura, 200 mts del mar	(0,072)	0	(0,013)	0	(0,157)	0	(0,016)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Coliformes Fecales (NMP/100ml)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(15)	1	(30)	1	(23)	1	(12)	1
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(24)	1	(10)	1	(150)	1	(4)	0
Puente Coihue, Coihue	(24)	1	(2053)	3	(93)	1	(2347)	3
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(1040)	2	(1690)	2	(930)	1	(42)	1
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(3133)	3	(13100)	4	(240)	1	(7600)	4
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(4243)	3	(7800)	4	(430)	1	(24200)	4
Frente a Buenuraqui	(1390)	2	(1833)	2	(2400)	3	(5965)	4
Frente a Santa Juana	(1743)	2	(3120)	3	(930)	1	(1575)	2
Frente a Hualqui	(1207)	2	(947)	1	(430)	1	(1745)	2
Frente a Chiguayante	(4667)	3	(860)	1	(4600)	3	(965)	1
Frente a Concepción	(6320)	4	(6197)	4	(430)	1	(8715)	4
Sector Hualpencillo	(110000)	4	(60000)	4	(4600)	3	(253000)	4
Desembocadura, 200 mts del mar	(4367)	3	(12200)	4	(24000)	4	(12215)	4

Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información Bío Río 1994-1997

ESTACIÓN DE MUESTREO	Coliformes Totales (NMP/100ml)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(240)	1	(142)	0	(93)	0	(242)	1
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(92)	0	(68)	0	(150)	0	(122)	0
Puente Coihue, Coihue	(1850)	1	(2850)	2	(240)	1	(1430)	1
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(2050)	2	(12120)	4	(2400)	2	(1015)	1
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(5900)	3	(175000)	4	(460)	1	(14300)	4
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(10200)	4	(67000)	4	(750)	1	(56200)	4
Frente a Buenuraqui	(1850)	1	(5715)	3	(4600)	2	(14300)	4
Frente a Santa Juana	(13750)	4	(25300)	4	(2400)	2	(4600)	2
Frente a Hualqui	(2050)	2	(2415)	2	(2400)	2	(1665)	1
Frente a Chiguayante	(20000)	4	(5965)	3	(4600)	2	(13200)	4
Frente a Concepción	(15500)	4	(22500)	4	(430)	1	(24200)	4
Sector Hualpencillo	(562000)	4	(562000)	4	(4600)	2	(70500)	4
Desembocadura, 200 mts del mar	(53500)	4	(67000)	4	(24000)	4	(13200)	4

ESTACIÓN DE MUESTREO	Mercurio (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2	-	-	(0,06)	3
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2	(0,05)	2	(<0,05)	<2
Puente Coihue, Coihue	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(<0,05)	<2	(<0,05)	<2	-	-	-	-
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(<0,05)	<2	(0,08)	3	(<0,05)	<2	(0,09)	3
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(0,75)	3	(0,57)	3	-	-	(0,17)	3
Frente a Buenuraqui	(0,08)	3	(<0,05)	<2	(0,07)	3	(<0,05)	<2
Frente a Santa Juana	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Chiguayante	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Concepción	(<0,05)	<2	(0,08)	3	(0,13)	3	(<0,05)	<2
Sector Hualpencillo	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembocadura, 200 mts del mar	(0,16)	3	(0,12)	3	(0,05)	2	(0,09)	3

ESTACIÓN DE MUESTREO	Índice de Fenol (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
Puente Coihue, Coihue	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(20)	4	(20)	4	(<10)	<3	(<10)	<3
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(610)	4	(540)	4	(<10)	<3	(250)	4
Frente a Buenuraqui	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
Frente a Santa Juana	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Chiguayante	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Concepción	(20)	4	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3
Sector Hualpencillo	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembocadura, 200 mts del mar	(20)	4	(<10)	<3	(<10)	<3	(<10)	<3

Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información Bío Río 1994-1997

ESTACIÓN DE MUESTREO	PCB totales (µg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Balseadero Callaqui	(0,00082)	0	(0,00071)	0	-	-	(0,00040)	0
Puente Quilaco, Santa Bárbara	(0,00035)	0	(0,00023)	0	-	-	(0,00080)	0
Puente Coihue, Coihue	(0,00036)	0	(0,00145)	0	-	-	(0,00170)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Vergara	(0,00620)	0	(0,00240)	0	-	-	(0,00200)	0
1 km aguas abajo confluencia con río Vergara	(0,00072)	0	(0,00270)	0	-	-	(0,00750)	0
1 km aguas arriba confluencia con río Laja	(0,34300)	3	(0,26200)	3	-	-	(0,07210)	3
Frente a Buenuraqui	(0,00520)	0	(0,00063)	0	-	-	(0,00480)	0
Frente a Santa Juana	(0,00180)	0	(0,00540)	0	-	-	(0,00420)	0
Frente a Hualqui	-	-	-	-	-	-	-	-
Frente a Chiguayante	(0,00130)	0	(0,00097)	0	-	-	(0,00670)	0
Frente a Concepción	(0,00390)	0	(0,00600)	0	-	-	(0,00410)	0
Sector Hualpencillo	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembocadura, 200 mts del mar	(0,02200)	1	(0,00390)	0	-	-	(0,00320)	0

En cuanto al programa de monitoreo que lleva a cabo el SAG en la cuenca, cabe señalar que los muestreos en el cuerpo receptor proporcionan información adicional respecto a los Sólidos Disueltos, tal como se presenta en la tabla 4.25.

Tabla 4.25: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca de Bío Bío. Información SAG Verano 2000

ESTACIÓN DE MUESTREO	Sólidos Disueltos (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
3 km antes CMPC Sta Fe (Río BioBio)	-	-	-	-	-	-	((39))	0
0.5 km después CMPC Inforsa (Río Vergara)	-	-	-	-	-	-	((58))	0
Sector Essbio antes CMPC Inforsa (Río Vergara)	-	-	-	-	-	-	((55))	0
2 km aguas arriba Negrete (Río BioBio)	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 km aguas arriba CMPC Laja (Río Laja)	-	-	-	-	-	-	((69))	0
Puente Tucapel (Río Laja)	-	-	-	-	-	-	((50))	0

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 Bío Bío.

**Tabla 4.26: Calidad de Agua Cuenca del río Bío Bío
Muestreo Puntual CADE-IDEPE Primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	<1.5	0
Río Claro en Puente Ferroviario	3.8	1
Río Guaqui en Diuquín	3.6	1
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	4.6	1
Río Rehue en Algol	<1.5	0
Río Mininco a/j río Renaico	<1.5	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	<1.5	0
Río Malleco en Collipulli	<1.5	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	<1.5	0

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	10	0
Río Claro en Puente Ferroviario	25	2
Río Guaqui en Diuquín	30	2
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	40	2
Río Rehue en Algol	40	2
Río Mininco a/j río Renaico	10	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	5	0
Río Malleco en Collipulli	5	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	30	2

**Tabla 4.26 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Bío Bío
Muestreo Puntual CADE-IDEPE Primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	42	0
Río Claro en Puente Ferroviario	148	0
Río Guaqui en Diuquín	134	0
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	30	0
Río Rehue en Algol	79	0
Río Mininco a/j río Renaico	32	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	37	0
Río Malleco en Collipulli	22	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	60	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	<10	0
Río Claro en Puente Ferroviario	703	4
Río Guaqui en Diuquín	58	3
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	234	4
Río Rehue en Algol	163	4
Río Mininco a/j río Renaico	<10	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	<10	0
Río Malleco en Collipulli	<10	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	89	4

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	0.02	0
Río Claro en Puente Ferroviario	0.06	0
Río Guaqui en Diuquín	0.06	0
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	0.04	0
Río Rehue en Algol	0.04	0
Río Mininco a/j río Renaico	0.01	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	0.02	0
Río Malleco en Collipulli	0.01	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	0.05	0

**Tabla 4.26 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Bío Bío
Muestreo Puntual CADE-IDEPE Primavera 2003**

Punto de Muestreo	Cianuro ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	3	0
Río Claro en Puente Ferroviario	7	2
Río Guaqui en Diuquín	7	2
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	<3	0
Río Rehue en Angol	8	2
Río Mininco a/j río Renaico	4	1
Río Lirquén a/j río Bío Bío	4	1
Río Malleco en Collipulli	4	1
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	3	0

Punto de Muestreo	Fluoruro ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	<0.1	0
Río Claro en Puente Ferroviario	0.1	0
Río Guaqui en Diuquín	0.1	0
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	<0.1	0
Río Rehue en Angol	<0.1	0
Río Mininco a/j río Renaico	<0.1	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	<0.1	0
Río Malleco en Collipulli	<0.1	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	<0.1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	<0.01	0
Río Claro en Puente Ferroviario	<0.01	0
Río Guaqui en Diuquín	<0.01	0
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	<0.01	0
Río Rehue en Angol	<0.01	0
Río Mininco a/j río Renaico	<0.01	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	<0.01	0
Río Malleco en Collipulli	<0.01	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	<0.01	0

**Tabla 4.26 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Bío Bío
Muestreo Puntual CADE-IDEPE Primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	<0.01	0
Río Claro en Puente Ferroviario	<0.01	0
Río Guaqui en Diuquín	<0.01	0
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	<0.01	0
Río Rehue en Angol	<0.01	0
Río Mininco a/j río Renaico	<0.01	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	<0.01	0
Río Malleco en Collipulli	<0.01	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	<0.01	0

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	300	4
Río Claro en Puente Ferroviario	<300	--
Río Guaqui en Diuquín	<300	--
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	<300	--
Río Rehue en Angol	<300	--
Río Mininco a/j río Renaico	300	4
Río Lirquén a/j río Bío Bío	300	4
Río Malleco en Collipulli	300	4
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	<300	--

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	300	1
Río Claro en Puente Ferroviario	5e4	4
Río Guaqui en Diuquín	2e4	4
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	8e3	4
Río Rehue en Angol	2200	3
Río Mininco a/j río Renaico	50	1
Río Lirquén a/j río Bío Bío	30	1
Río Malleco en Collipulli	140	1
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	9500	4

**Tabla 4.26 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Bío Bío
Muestreo Puntual CADE-IDEPE Primavera 2003**

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Renaico a/j río Vergara	500	1
Río Claro en Puente Ferroviario	7e4	4
Río Guaqui en Diuquín	9e4	4
Río Nicodahue a/j río Bío Bío	5e4	4
Río Rehue en Angol	2800	2
Río Mininco a/j río Renaico	140	0
Río Lirquén a/j río Bío Bío	170	0
Río Malleco en Collipulli	900	1
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	18000	4

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

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

4.3 Análisis de 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 4.27 explica los factores incidentes en la cuenca del río Bío Bío.

Tabla 4.27: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío antes junta con Llanquén 0830BI20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descargas difusas y puntuales de aguas servidas Contaminación difusa por ganadería	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas constituidas por rocas de origen sedimento – volcánicas y volcánicas puras, formadas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Volcanología: Volcán Sierra Nevada • Hidrogeología: El acuífero asociado corre paralelo al río en dirección sur a norte. Pozo de la DGA en Lonquimay indica nivel freático de 2 m • Edafología: Suelo ácido de “trumao” • Geomorfología: Valle estepario ubicado entre los macizos fronterizos andinos y la cordillera de las Raíces. • Ganadería: Bovinos y ovinos • Industria: Central Hidroeléctrica Ranquil • Centros Poblados: Ciudad de Lonquimay (sin planta de tratamiento) y Poblados de Liucura y Lolén • Hidrología: Nacimiento del Bio Bio de los lagos Galletué e Icalma. Aporte del río Lonquimay naciente de los glaciales del volcán Sierra Nevada. Aporte de los ríos Ranquil y Pulul • Conservación de Recursos Naturales: Reserva Nacional Lago Galletué y Reserva Nacional Alto Bio-Bio • Cobertura vegetal: Estepa alto andina-boscosa

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío en Rucalhue 0831BI20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Sedimentación de sólidos por Centrales Hidroeléctricas Depósitos de rocas estériles (marinas) producto de los túneles de centrales hidroeléctricas Descargas difusas de aguas servidas Variación de temperatura desde una masa a un cuerpo de agua Contaminación difusa por ganadería	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas correspondiente a rocas de origen volcánico del período terciario y cuaternario, constituida por coladas y depósitos clásticos reolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos. • Volcanismo: Volcán Callaqui o Callaquén, Copahue, Lonquimay y cráter Navidad • Geomorfología: Precordillera Andina, conformada por cambios abruptos de pendiente y quebradas • Hidrogeología: Aporte de acuíferos procedentes desde la hoya del río Queuco y desde las faldas del volcán Callaqui. • Edafología: Suelo ácido de “trumao” • Industrias: Centrales Hidroeléctricas Pangue y Ralco (en construcción) de Endesa • Centros Poblados: Poblado de Ralco y caseríos de Lepoy • Hidrología: Incorporación río Queuco • Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Ralco • Ganadería: Veranadas de bovinos y ovinos • Cobertura Vegetacional: Bosque caducifolio Andino del Bío Bío

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bureo en Longitudinal 0833BU10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descargas de aguas servidas Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de rocas volcánicas • Hidrogeología: Acuífero asociado al río con productividad de pozos elevada 4-10 m³/h/m • Hidrología: Río de origen precordillerano de régimen pluvial. Aportes del río Mulchén • Centros Poblados: Ciudad de Mulchén • Nacimiento en Cordón del Pemehue • Agricultura: Rotación Cultivo – Pradera. • Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i> • Cubierta vegetal: Bosques alto andinos

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío en Coihue 0833BI10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILes Descarga de aguas Servidas	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial • Geomorfología: Llano central situado en un plano inclinado de este a oeste • Hidrogeología: Zona de alta productividad de pozos > 10m³/h/m • Hidrología: aportes de río Bureo y Duqueco • Centros Poblados: Negrete (sin cobertura de tratamiento de a.s.). • Industrias: Descarga de industria Celulosa Pacífico - CMPC • Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> • Agricultura: Agricultura de cereales y forraje • Cobertura Vegetal: Praderas y cultivos agrícolas

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío en Sta Juana 0839BI10	Escoorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos procedentes de los faldeos de la cordillera de la costa	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILes Descargas difusas y puntuales de aguas Servidas Dilución de contaminantes por gran caudal del río	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemene: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología: Aporte del río Laja • Hidrogeología: Acuífero paralelo al río con profundidades de 5-6 m (Pozo DGA en Sta Juana) • Geomorfología: Encajonamiento del río a través de la cordillera de la costa • Centros Poblados: Ciudad de Laja (sin PTAS) y San Rosendo • Industria: Plantas de Celulosa y Papel Laja – CMPC • Agricultura: Pradera, Rotación de Cultivo • Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i> • Cobertura Vegetal: Praderas y cultivos agrícolas
Río Bío Bío antes Planta Mochita 0839BI20	Escoorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos procedentes de los faldeos de la cordillera de la costa Recarga del río por acuífero	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILes Descargas difusas y puntuales de aguas Servidas	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemene CF, CT y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeología: Acuífero baja paralelo al río • Centros Poblados: Chiguayante, Hualqui y Santa Juana (cobertura de 90% de a.s.) • Urbanismo: Bocatoma para agua potable Ciudad de Concepción • Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i> • Geomorfología: Terrazas fluviales. Encajonamiento por cordillera de la costa • Cobertura Vegetal: Plantaciones de especies exóticas

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Malleco en Collipulli 0835MA10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descargas difusas de aguas Servidas Contaminación difusa por ganadería	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Geología: Formaciones geológicas correspondiente a rocas de origen volcánico del período terciario y cuaternario, constituida por coladas y depósitos clásticos reolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos • Volcanismo: Volcán Tolhuaca • Centros Poblados: Poblados de Curaco y Cánada • Edafología: Suelos rojos arcillosos (tipo Collipulli) • Hidrología: Nacimiento del río en Laguna Malleco • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Tolhuaca • Ganadería: Bovinos, ovinos • Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i> • Cobertura Vegetacional: Bosque caducifolio alto andino de la Araucanía
Río Renaico en El Morro 0834RE10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descargas difusas de aguas Servidas Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de origen volcánico • Hidrología: Río de origen pluvial precordillerano • Centros Poblados: Esperanza (sin planta de tratamiento) • Silvicultura: Palantaciones de <i>pinus radiata</i> • Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Malleco • Hidrogeología: Termas de Pemehue • Geomorfología: De precordillera. Cordón del Pemehue

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Renaico en Renaico 0834RE20	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Mo, Al	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeología: Zona de alta productividad de pozos > 10m³/h/m • Geomorfología: De Llano central • Centros poblados: Renaico (sin Pta tratamiento -descarga con dos emisarios), Mininco • Silvicultura: Palantaciones de <i>pinus radiata</i> • Cobertura vegetal: Plantaciones de árboles exóticos. Praderas
Río Vergara en Tijeral 0835VE10	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos	Descarga de aguas servidas Descarga de RILes Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Depósitos no consolidados o de rellenos aluviales • Hidrogeología: Zona de alta productividad de pozos > 10m³/h/m • Hidrología: Aportes de ríos Malleco y Rehue • Industrias: Celulosa Santa Fe, Papelera INFORSA • Centros Poblados: Ciudad de Nacimiento (Sin Pta de tratamiento)
Río Duqueco en Villacura 0832DU10	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Mn, Mo, Al	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de origen intrusivo e hipoabisal • Hidrología: Río de origen precordillerano de régimen pluvial • Centros poblados: Poblado de Villacura • Agricultura: Cultivos agrícolas de forrajeras, hortalizas y frutales • Cubierta vegetal: Cultivos, praderas y bosque nativo

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Claro en Puente Ferroviario 0838CL10	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de aguas servidas Descargas de Rlles	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología: Río de origen en el Llano Central a partir de afloramientos subterráneos en dirección norte sur • Centros poblados: Cabrero, Monteáguila, Yumbel y río Claro • Silvicultura: Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> • Geomorfología: De Llano Central enmarcado al poniente por la cordillera de la costa
Río Guaqui en Diuquin 0836GU10	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos Intercambo napa-río	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de aguas servidas Descargas de Rlles	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología: Río de origen en el Llano Central a partir de afloramientos subterráneos en dirección este oeste. Aporte de aguas servidas desde el estero Quilque procedente de Los Angeles. • Hidrogeología: Acuífero. Zona de alta productividad >10 m³/h/m. Pozo DGA a 4 m de nivel freático • Descarga de aguas servidas, 5 emisarios • Descarga de Rlles desde Los Ángeles • Agricultura: Cultivos de Praderas y Rotación de Cultivo, predominando las hortalizas • Silvicultura: Plantaciones de <i>Pinus Radiata</i> y <i>Eucaliptus globulus</i> • Centros Poblados: Ciudad de Los Ángeles (con planta de tratamiento) • Industrias: Industrias agroindustriales, IANSA, etc.

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Laja bajo descarga Central Antuco 0837LA10	Escorrentías en terrenos arcillosos, con pH alto. (aluminosilicatos) Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descargas difusas de aguas servidas	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas de origen sedimento volcánico • Geomorfología: Zona de Cordillera Andina, con pendientes pronunciadas, quebradas y valles transversales • Volcanismo: Central Antuco • Edafología: Suelos de textura arenosa. Lahar del volcán Antuco • Hidrología: Nacimiento del río Laja de la Laguna de la Laja. Aporte de los río Malacura y Polcura • Industrias: Centrales hidroeléctricas de El Toro, El Abanico y Rucúe • Centro poblado: Poblado de Antuco
Río Laja en Puente Perales 0838LA10	Escorrentías en terrenos arcillosos, con pH alto. (aluminosilicatos) Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descargas difusas de aguas servidas	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeología: Acuífero. Zona de alta productividad >10 m³/h/m • Edafología: : Lahar de ceniza volcánica formado por erupción del volcán Antuco en la edad Cuaternaria, formación de arenales en una extensa zona • Geomorfología: Llano central con plano inclinado en dirección este a oeste • Centros poblados: Poblado de Tucapel • Agricultura: Cultivo de hortalizas, frutales y forrajeras • Silvicultura: Plantaciones de pinus radiata y eucaliptus globulus

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío en Desembocadura Norte 0839BI30	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos procedentes de los faldeos de la cordillera de la costa Recarga del río por acuífero	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILes Descargas difusas y puntuales de aguas Servidas Descargas difusas de varias fuentes dispersas	RAS, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología: Estuario del río Bío Bío • Hidrogeología: acuífero dreña paralelo al río. Pozo DGA a 4 m de nivel freático • Geomorfología: Terrazas fluviales. Encajonamiento por cordillera de la costa. Barra en el estuario • Industrias: Papeles Bío Bío S.A., Petrox S.A. Calzados CAPRICE y GACEL, Sociedad Pesquera Viento Sur Ltda, MACHASA, Pesquera Agua Mar • Centros Poblados: Concepción, Talcahuano y San Pedro de La Paz (sin Planta de tratamiento) • Conservación de recursos naturales: Fundo Nonguén • Cobertura Vegetal: Plantaciones de especies exóticas

Tabla 4.27 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Bío-Bío

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Bío Bío en Desembocadura Sur 0839BI30	Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos procedentes de los faldeos de la cordillera de la costa Recarga del río por acuífero	Descargas difusas de plaguicidas y fertilizantes Descarga de Riles Descargas difusas y puntuales de aguas Servidas	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente: CT, CF y DBO ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrogeología: acuífero dreña paralelo al río. Pozo DGA a 4 m de nivel freático • Hidrología: Estuario del río Bío Bío • Geomorfología: Terrazas fluviales. Encajonamiento por cordillera de la costa. Barra en el estuario • Industrias: Papeles Bío Bío S.A., Petrox S.A. Calzados CAPRICE y GACEL, Sociedad Pesquera Viento Sur Ltda, MACHASA, Pesquera Agua Mar • Centros Poblados: Concepción, Talcahuano y San Pedro de La Paz (sin Planta de tratamiento) • Conservación de recursos naturales: Fundo Nonguén • Cobertura Vegetal: Plantaciones de especies exóticas

Nota: 1) En Anexo 4.3 se encuentra el Mapa de potencial de generación ácida – Ministerio de Minería –

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio Temporal en Cauce Principal

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

- Bío Bío en Llanquén
- Bío Bío en Rucalhue
- Bío Bío en Coihue
- Bío Bío en Santa Juana
- Bío Bío en Desembocadura

En la Figura 5.1 con información proveniente de la DGA se incluye el perfil longitudinal sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden la Clase 0 en esta cuenca, para los 4 períodos estacionales. Dichos parámetros son los siguientes: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, RAS, cloruro, hierro, manganeso y aluminio. La información presentada corresponde al percentil 66%. No se incluyen las representaciones de los parámetros: cobre, cromo, molibdeno y zinc, ya que la mayoría de los registros corresponden al límite de detección.

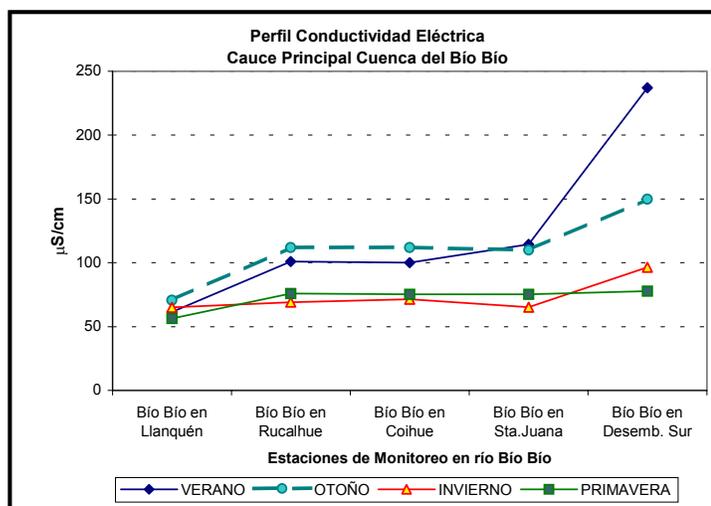
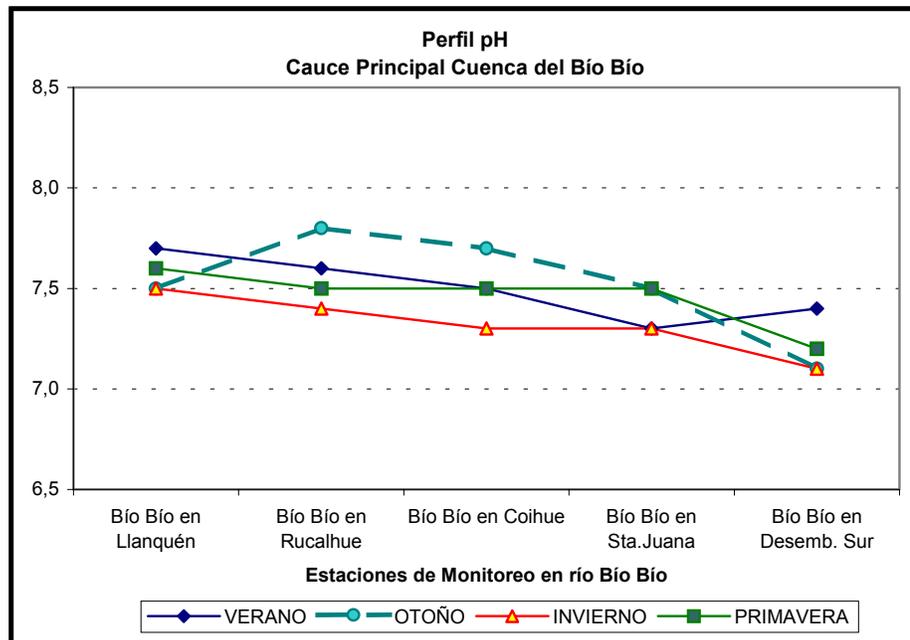
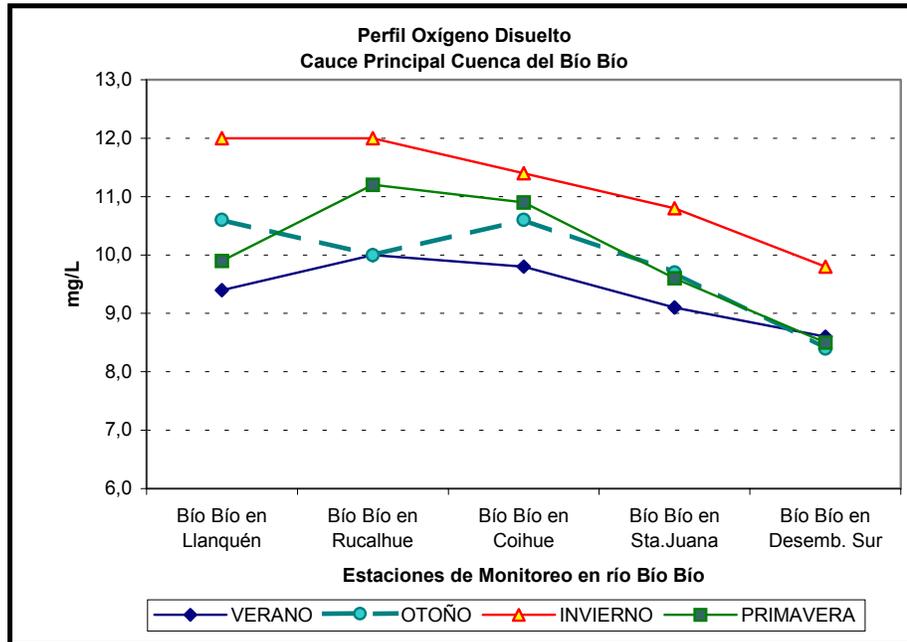


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Bío Bío. Información DGA



**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Bío Bío.
Información DG A**

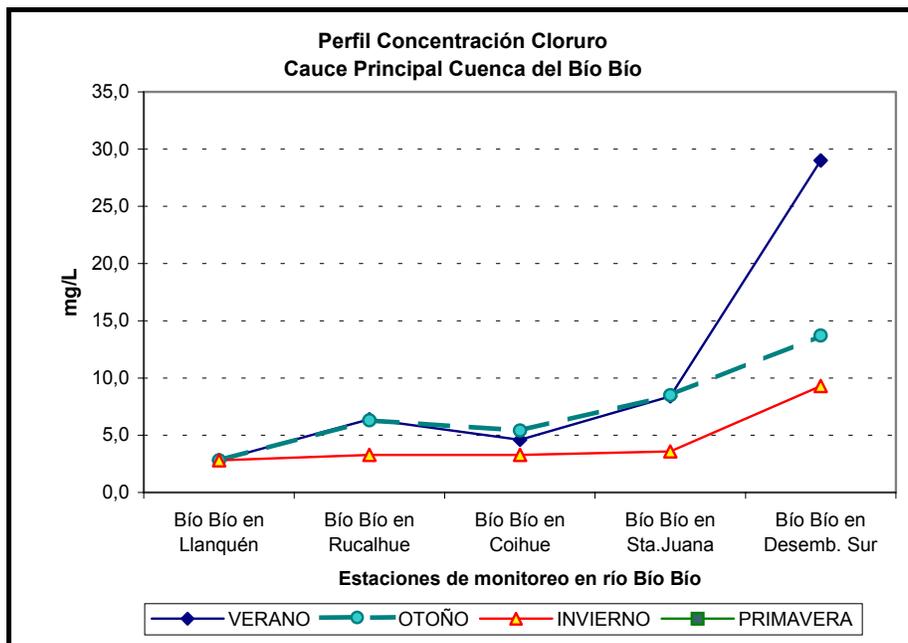
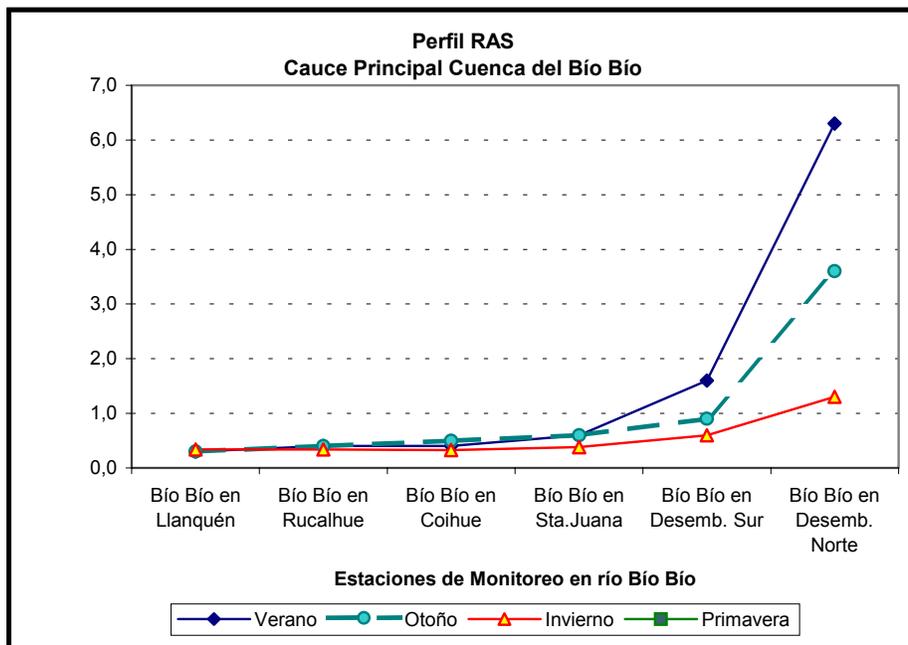
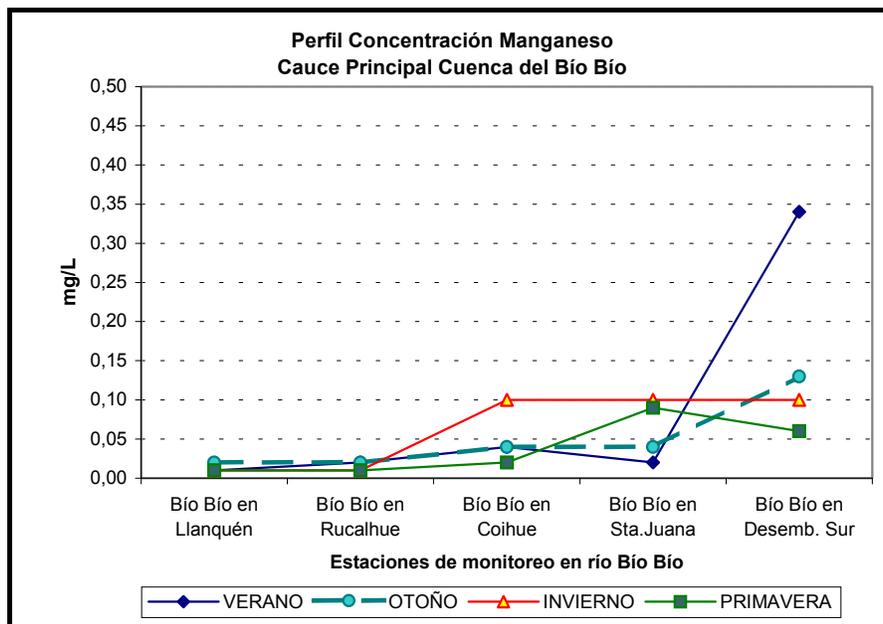
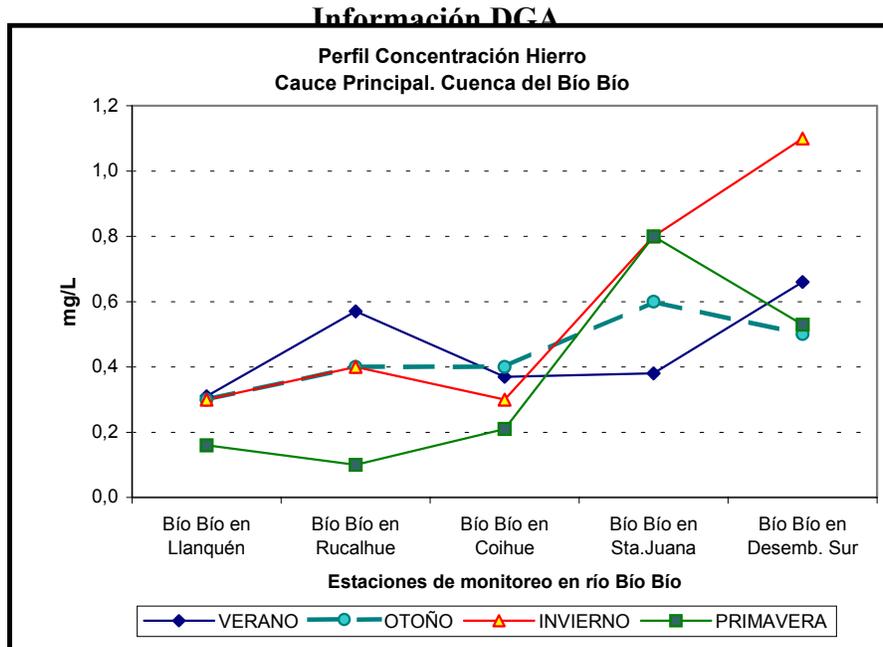
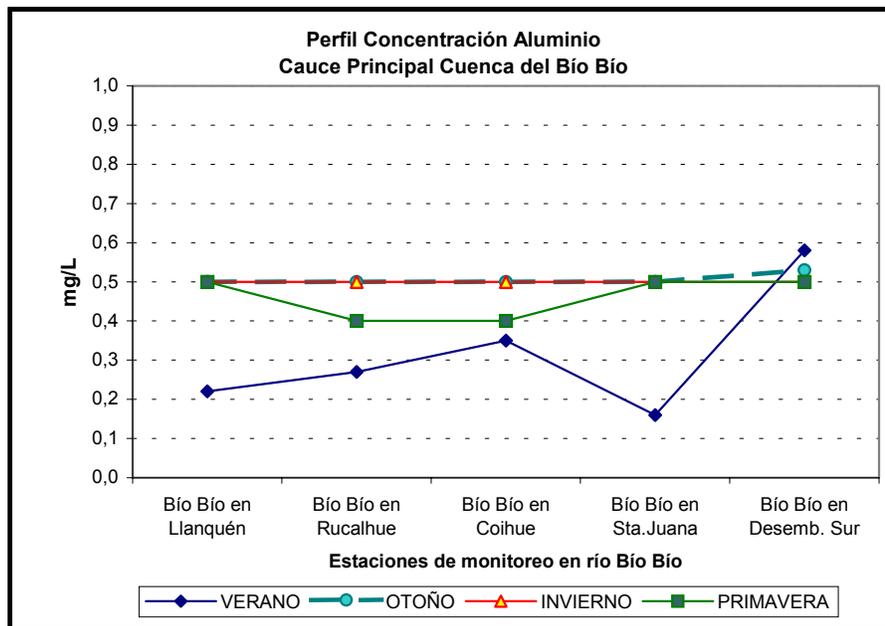


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Bío Bío.



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



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

Respecto de cada parámetro y considerando los perfiles mostrados en las figuras 5.1, se puede extraer lo siguiente:

- CE: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos de los parámetros (envolvente superior) se presentan en otoño y verano con valores similares a lo largo del río, exceptuando la situación en la desembocadura, aumenta en forma significativa por el efecto marino. Con valores clasificados en clase 0 en la parte alta y clase 1 en la parte baja. La envolvente inferior se presenta en invierno, con excepción de la estación Llanquén, donde los valores de los distintos periodos estacionales son muy cercanos y bajos. Todos los valores pertenecen a la clase 0. La comparación de los valores de la parte alta con aquellos cercanos a la desembocadura, muestra que la conductividad tiende a crecer, lo que podría explicarse por

factores antrópicos o efectos derivados de posteriores arrastres de material, cuyo efecto de dilución es progresivo a lo largo del cauce principal.

- OD: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos de los parámetros (envolvente superior) se presentan en invierno con valores altos a lo largo del río, todos clasificados en clase 0. La envolvente inferior corresponde al verano, con todos los valores en clase 0. La comparación de los valores de la parte alta con aquellos cercanos a la desembocadura, muestra que el OD tiende a disminuir, lo que podría explicarse por factores antrópicos o efectos del perfil creciente de temperatura, que disminuye la solubilidad del oxígeno.
- pH: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos de los parámetros (envolvente superior) se presentan en distintas estaciones, no existiendo un patrón definido, sin embargo existe una tendencia decreciente en todos los valores desde cordillera a mar, disminuyendo progresivamente el carácter básico, desde máximos cercanos a 7,8 hasta mínimos alrededor del 7,1. Todos los valores corresponden a la clase 0.
- RAS: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos de los parámetros (envolvente superior) se presentan en otoño, excepto en la desembocadura, donde los valores mas altos de los parámetros se presentan en verano. Existe una tendencia creciente en todos los valores desde cordillera a mar, aumentando progresivamente el valor del parámetro, desde mínimos cercanos a 0,4 hasta máximos alrededor del 6,4.
- Cl: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos de los parámetros (envolvente superior) se presentan en otoño en todas las estaciones de monitoreo, con valores similares a lo largo del río, excepto la desembocadura, cuyo valor aumenta considerablemente en verano, con todos los valores en Clase 0. La envolvente inferior corresponde al invierno. La comparación de los valores de la parte alta con aquellos cercanos a la desembocadura, muestra que este parámetro tiende a aumentar, lo que podría explicarse por factores antrópicos, especialmente aguas servidas.
- Fe: Los perfiles longitudinales permiten observar que aguas arriba de la estación Coihue, la situación de las envolventes superior e inferior corresponden al verano y primavera, respectivamente. Sin embargo aguas

abajo de Coihue, la situación es bastante distinta, de tal modo que en primavera se registran los valores máximos y mínimos en verano. La comparación de los valores de la parte alta con aquellos cercanos a la Desembocadura, muestra que este parámetro tiende a aumentar. Salvo en Desembocadura en invierno, todos los demás están en Clase 0.

- Mn: Los perfiles son bastante planos y semejantes, todos los valores son asignables a la Clase 0. Aún así, este parámetro tiende a aumentar en su recorrido desde cordillera al mar, con un valor en la desembocadura correspondiente al verano bastante cercano al límite de la clase 0
- Al: los perfiles longitudinales del aluminio permiten observar que no pertenece a la Clase 0. En general, son bastantes planas y semejantes, excepto durante el verano, cuyo perfil tiene mayor variabilidad siendo generalmente menor que el resto del año.

5.2 Análisis de los Parametros de Calidad a Nivel de Cuenca

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual del río Bío Bío 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

RIO BIO-BIO
Parámetros físico- Químicos : CE, DBO₅, color aparente , OD, pH, RAS, SDT, SST
<p><u>CE</u>: El río Biobío no presenta variación estacional con todos sus valores en clase 0, excepto en la estación de Desembocadura-norte en verano con valores clasificados en clase 3.</p> <p><u>DBO₅</u>: El río Biobío presenta clase 1 en la estación Desembocadura–norte en el muestreo puntual de primavera 2003</p> <p><u>Color Aparente</u>: El río Biobío presenta clase 1 en la estación Desembocadura–norte en el muestreo puntual de primavera 2003.</p> <p><u>OD</u>: En los ríos Biobío, Renaico, Duqueco, Claro, Guaquí y Laja no se observa variación estacional con todos sus valores en clase 0.</p> <p><u>pH</u>: En los ríos Biobío, Renaico, Duqueco, Claro, Guaquí y Laja no se observa variación estacional con todos sus valores en clase 0.</p> <p><u>RAS</u>: En los ríos Renaico, Duqueco, Claro, Guaquí, y Laja no se observa variación estacional con todos sus valores en clase 0. En el río Biobío se observa en la estación Desembocadura-norte variaciones entre los periodos de verano, otoño y invierno-primavera con valores en clase 3, 2 y 0 respectivamente.</p>

SD: En el río Biobío en el periodo de verano todos los valores en clase 0. El valor del muestreo puntual de primavera 2003 esta clasificado en clase 0 para los ríos Biobío en Desembocadura-norte, Claro en puente Ferroviario, Renaico a/j río Vergara, Guaqui en Diuquín, Rehue en Angol, Mininco a/j río Rehue, Lirquén a/j Biobío y Malleco en Collipulli.

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

RIO BIO-BIO
<p><u>SST</u>: En el río Biobío en la parte alta se observa una variación estacional entre los periodos de invierno-verano y otoño-primavera con valores clasificados en clase 0 y 2 respectivamente, desde la zona de Buenuraqui agua abajo se observa una variación temporal entre primavera, invierno y otoño-verano con valores asignados hasta clase 4. El valor del muestreo puntual de primavera 2003 esta clasificado en clase 4 en los ríos Claro, Biobío, Rehue y Nicodahue, clase 3 en el río Guaqui, clase 0 en el Malleco y Mininco.</p>
<p>Inorgánicos: NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-}</p>
<p><u>NH_4^+</u>: En el río Biobío todos los valores clasificados en clase 0 excepto en clase 1 en otoño en la estación Desembocadura y en invierno antes de la confluencia del río Laja.</p>
<p><u>CN^-</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 0 para los ríos Renaico, Nicodahue, y Biobío en Desembocadura-norte, en clase 2 Claro en Puente Ferroviario, Guaqui en Diuquin y Rehue en Angol y clase 1 en Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío y Malleco en Collipulli.</p>
<p><u>Cl^-</u>: En el río Biobío todos los valores clasificados en clase 0, en los periodos de verano, otoño e invierno, excepto en la estación Desembocadura-norte en clase 4 en verano y clase 3 en otoño.</p>
<p><u>F^-</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 0 para los ríos Renaico, Nicodahue, Claro en Puente Ferroviario, Guaqui en Diuquin, Rehue en Angol, Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío, Malleco en Collipulli y Biobío en Desembocadura-norte.</p>
<p><u>NO_2^-</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 0 para los ríos Renaico, Nicodahue, Claro en Puente Ferroviario, Guaqui en Diuquin, Rehue en Angol, Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío, Malleco en Collipulli y Biobío en Desembocadura-norte.</p>
<p><u>SO_4^{2-}</u>: Todos los registros de la cuenca en clase 0.</p>
<p><u>S^{2-}</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 0 para los ríos Renaico, Nicodahue, Claro en Puente Ferroviario, Guaqui en Diuquin, Rehue en Angol, Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío, Malleco en Collipulli y Biobío en Desembocadura-norte.</p>
<p>Cl^-: La mayor presencia de cloruros en la desembocadura, clase 4, es atribuible al efecto marino.</p>
<p>Orgánicos: Aceites y grasas; PCBs; SAAM; fenol; HCAP; HC; tetracloroetano, tolueno</p>
<p><u>Aceites y grasas, SAAM, Tetracloroetano, Tolueno</u>: Sin información</p>
<p><u>PCBs</u>: El río Biobío no presenta variación estacional con todos los valores en clase 0, excepto en clase 3 aguas abajo de la confluencia del río Vergara en los periodos de invierno, otoño y verano y clase 1 en Desembocadura en invierno.</p>

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

RIO BIO-BIO
<p><u>Fenol</u> : En el río Biobío se observan valores en clase 4 desde aguas abajo de la confluencia del río Vergara hasta la Desembocadura.</p> <p><u>HC</u>: En la parte alta del río Biobío se observa una variación temporal entre los periodos de verano en clase 4 e invierno-otoño con valores en clase 2, en la estación Desembocadura otoño-primavera-verano en clase 2 y en invierno clase 3.</p>
<p>Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.</p>
<p><u>Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, diclofop-metil, dimetoato, paratión, siazina, trifluralina</u>: Sin información</p> <p><u>Lindano, dieldrín, DDT, heptaclor</u>: Los datos registrados corresponden a límites de detección analíticos, los que permiten clasificarlos en clase 0 en el río Biobío.</p> <p><u>PCP</u>: En el río Biobío todos los valores están clasificados en clase 0, excepto antes de la confluencia con el río Laja en primavera en clase 4.</p>
<p>Metales Esenciales: B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn</p>
<p><u>B</u>: Los datos registrados corresponden a valores de los límites analíticos, no permiten clasificarlos</p> <p><u>Cu</u>: Los valores están clasificados en clase 2 en el río Biobío en Desembocadura-norte en verano y antes de la planta La Mochita en primavera, y en invierno río Claro en puente FFCC. Los demás valores corresponden al límite de detección analítico, no permite clasificarlos.</p> <p><u>Cr_{total}</u>: Los valores en clase 2 sin variación estacional en los ríos Biobío en Rucalhue, Coihue, Santa Juana, antes planta La Mochita, Desembocadura-norte y Bureo en Longitudinal, Malleco en Collipulli, Vergara en Tígeral, Duqueco en Villacura, Claro en puente FFCC, Guaqui en Diuquín y río Laja en puente Perales y Laja bajo descarga Antuco.</p> <p><u>Fe</u>: Los valores en todos los ríos estudiados, en los periodos de primavera y verano, están en clase 0. En clase 1 en otoño e invierno los ríos Biobío en Desembocadura-norte y Guaqui en Diuquín, y río Vergara solo en invierno. En clase 2 en invierno río Claro en puente FFCC y río Biobío en Desembocadura-sur.</p> <p><u>Mn</u>: Los valores en clase 0 en los ríos Bureo, Malleco, Renaico, Laja y Biobío excepto en las estaciones Desembocadura-norte en clase 2, sin variación estacional, y Desembocadura-sur en clase 2 y en verano clase 4. El río Vergara presenta variación estacional con valores desde clase 2 en verano a clase 0 en primavera. El río Duqueco con valores en clase 0 excepto en invierno clase 0. El río Claro en puente FFCC, con variación estacional con valores en clase 4 en invierno y clase 0 en otoño. El río Guaqui no presenta variación entre otoño y primavera con valores en clase 2, en invierno en clase 4 y clase 0 en verano.</p>

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

RIO BIO-BIO
<p><u>Mo</u>: Todos los registros con valores en límite de detección, excepto en clase 2 en primavera en los ríos Biobío en Llanquén, Renaico, Duqueco, Guaqui y río Laja bajo descarga central Antuco, en invierno en Biobío antes plata Mochita.</p>
<p><u>Ni, Se</u>: Los datos registrados corresponden a valores de los límites analíticos, no permiten clasificarlos</p>
<p><u>Zn</u>: Todos los valores asignados a la clase 0 en los ríos Biobío, Malleco, Renaico, Vergara, Duqueco, Claro, Guaqui y Laja.</p>
<p>Metales no Esenciales: Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</p>
<p><u>Al</u>: Todos los valores asignados a la clase 2 en los ríos Biobío, Malleco, Renaico, Vergara, Duqueco, Claro, Guaqui y Laja.</p>
<p><u>As, Cd</u>: Los datos registrados corresponden a valores de los límites analíticos, no permiten clasificarlos</p>
<p><u>Sn</u>: El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 4 para los ríos Renaico a/j río Vergara , Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío y Malleco en Collipulli.</p>
<p><u>Hg</u>: La mayoría de los datos registrados corresponden a valores de los límites analíticos, no permiten clasificarlos. Los valores clasificables corresponden a clase 3 en todos los periodos estacionales en el río Biobío antes de la confluencia del Laja, antes de la confluencia con el río Vergara excepto en Santa Bárbara y Desembocadura en clase 2 en primavera.</p>
<p><u>Pb</u>: Los datos registrados corresponden a valores de los límites analíticos, no permiten clasificarlos</p>
<p>Indicadores Microbiologicos CF, CT</p>
<p><u>CF</u>: En el río Biobío se observa una variación temporal y espacial con valores desde clase 0 en puente Quilaco en verano hasta clase 4 en la parte de la desembocadura. El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 4 para los ríos, Claro en Puente Ferroviario, Guaquí en Diuquín, Nicodahue a/j río Biobío y Biobío en Desembocadura, en clase 1 en Renaico a/j río Vergara, Mininco a/j río Renaico, Lirquén a/j río Biobío y Malleco en Collipulli.</p>
<p><u>CT</u>: En el río Biobío hasta el puente Coihue los valores varían desde la clase 0 hasta la clase 2, aumentando a clase 3 y clase 4 en la parte baja del río. El dato del muestreo puntual primavera 2003 se clasifica en clase 4 para los ríos, Claro en Puente Ferroviario, Guaquí en Diuquín, Nicodahue a/j río Biobío y Biobío en Desembocadura, en clase 1 en Renaico a/j río Vergara, y Malleco en Collipulli y clase 0 Mininco a/j río Renaico y Lirquén a/j río Bío Bío.</p>

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

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

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

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

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el periodo estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el periodo estacional más desfavorable.
- 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 Bío Bío, estos parámetros son: DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , CN^- , F^- , S^{2-} , NO_2^- , Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO_5 , sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Bío Bío

138.

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla 5.2a: Cauce Principal - Río Bío Bío

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Bío Bío en Llanquén	0830BI20	CE, Color OD, pH, Cl ⁻ , RAS, Mn, Zn, Fe, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, NH ₄ ⁺ , PCB, Pentacloro-fenol	DBO ₅ , CF, CT	Mo, SST, Al	Hg		HC	B, Cd, Hg, Pb, Cu, fenol, Cr	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información Bio Río estación Callaqui nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , HC, Pentaclorofenol, CF, CT, Hg, fenol, PCB.
Río Bío Bío en Rucalhue	0831BI20	CE, RAS, OD, pH, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Fe, Mn, Zn, Ni, Se, SST, CF	DBO ₅	Cr, Al				B, Ni, Se, As, Cd, Hg, Pb, Cu, Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF
Río Bío Bío en Puente Quilaco, Santa Bárbara	0831BI40	DBO ₅ , Color Aparente, NH ₄ ⁺ , Pentaclorofenol, CT, Zn, PCB	CF	SST, Hg			HC	Fenol	Todos los demás parámetros seleccionados	Información Bio Río nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , HC, Pentaclorofenol, CF, CT, Hg, fenol, PCB.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Bío Bío: Conductividad eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, RAS, Cloruro, Amonio, PCB's, Índice de Fenol, Hidrocarburos, Pentaclorofenol, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Mercurio, Color aparente, Estaño, Coliformes Totales.

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

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Bío Bío en Coihue	0833BI10	DBO ₅ , CE, OD, RAS, pH, Fe, SO ₄ ²⁻ , Zn, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , pentacloro- fenol, PCB, Ni, Se, SD		Cr, Color, CT, Mn, SST, Al	CF	HC	B, Cd, Pb, Cu, Mo, Hg, fenol	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información Bío Río estación Puente Coihue nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , HC, Pentaclorofenol, CF, CT, Hg, fenol, PCB. Información SAG para SD.
Río Bío Bío antes confluencia con río Laja	0836BI20		NH ₄ ⁺		Color, PCB's, Hg, HC	DBO ₅ , OD, CF, SST, Pentaclor ofenol, CT, fenol		Todos los demás parámetros seleccionados	Información Bío Río nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , Pentaclorofenol, CF, CT, Hg, fenol, PCB. Descarga de aguas servidas ciudad de Laja y CMPC Laja Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para OD

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

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Bío Bío en Santa Juana	0839BI10	DBO ₅ , CE, Cl ⁻ , OD, pH, Fe, Zn, NH ₄ ⁺ , Pentaclorofenol, PCB, Ni, Se, RAS, SO ₄ ²⁻ ,		Cr, Color, Mn, DBO ₅ , Al	CF	CT, SST	Cu, Mo, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información Bio Río estación frente a Santa Juana nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , Pentaclorofenol, CF, CT, PCB.
Río Bío Bío antes Planta Mochita	0839BI20	CE, SO ₄ ²⁻ , pH, OD, Fe, Mn, Cl ⁻ , RAS, Zn, Ni, Se, SST	DBO ₅	Cu, Mo, CF, Al, Cr			B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF

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

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	0839BI30	pH, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , PCP, SO ₄ ²⁻ , Zn, F-, SD, CN-, Ni, Se	DBO ₅ , NH ₄ ⁺ , Fe, PCB's	Mn, Cr, Cu, color, OD, Al	CE, HC, Hg, RAS	Cl ⁻ , SST, CF, CT, fenol	B, Cd, Pb Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información Bio Río estación Desembocadura nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , HC, PCP, CF, CT, Hg, fenol, PCB's. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: SD, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F-, CN-, corrobora clase para: SST, color, CF y CT. No coincide en clasificación de DBO ₅ .
Río Bío Bío en Desembocadura Sur	0839BI30	CE, RAS, OD, Zn, Ph, Cl, PCP, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se	DBO ₅ , NH ₄ ⁺ , PCB's	Cr, Al Color, Fe	HC, Hg	CF, Mn SST, CT, fenol	B, Cd, Pb Cu, Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información Bio Río estación Desembocadura nivel 2: DBO ₅ , Color Aparente, SST, NH ₄ ⁺ , HC, PCP, CF, CT, Hg, fenol, PCB's.

Tabla 5.2b: Cauces Secundarios – Renaico

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Renaico en el Morro	0834RE10	CE, RAS OD, pH, Fe, Mn, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn, Ni, Se, SST, CF	DBO ₅	Cr, Mo, Al			Cu, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF
Río Renaico en Renaico	0834RE20	CE, OD, pH, RAS Fe, Mn, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Zn, Ni, Se, SST	CF	Cr, DBO ₅ , Al			Cu, Mo, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF
Río Renaico a/j río Vergara	0834RE20	NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻	CF, CT			Sn		Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE, primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT, Sn

Tabla 5.2c: Cauces Secundarios – Duqueco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Duqueco en Villacura	0832DU10	CE, OD, RAS, pH, Fe, Zn, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Zn, Ni, Se, SST, CF	DBO ₅	Cr, Mn, Mo, Al			Cu, B, As, Cd, Hg, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF

Tabla 5.2d: Cauces Secundarios - Río Claro

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Claro en Pte Ferroviario	0838CL10	CE, OD, RAS, Zn, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Ni, Se	DBO ₅	Cr, color, CN ⁻ , Fe, Cu	Al	SST, CF, CT, pH, Mn	Mo, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT

Tabla 5.2e: Cauces Secundarios - Río Guaqui

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Guaqui en Diuquín	0836GU10	CE, OD, pH, SD, RAS, Zn, NH ₄ ⁺ , F ⁻ NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Ni, Se	DBO ₅ , Fe	Cr, Mo, color, CN ⁻	SST, Al		CF, CT, Mn	Cu, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4, muestreo puntual primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT.

Tabla 5.2f : Cauces Secundarios - Río Laja

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0837LA10	CE, OD, pH, Fe, Cl ⁻ , Mn, RAS, Zn, SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, SST, CF	DBO ₅	Cr, Mo, Al				Cu, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF
Río Laja en Pte Perales	0838LA10	CE, OD, RAS, pH, Fe, Mn, Zn, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Ni, Se, S ²⁻ , SST, SD	DBO ₅ , CF	Cr, Al				Cu, Mo, B, Cd, Pb	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO ₅ , SST, CF Información SAG para SD.

Bío Bío
146.

Tabla 5.2g: Cauces Secundarios - Río Malleco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Malleco en Collipulli	0835MA10	CE, OD, pH, Fe, Mn, Zn, Cl ⁻ , DBO ₅ , color, SD, SST, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	CN ⁻ , CF, CT	Cr, Al			Sn	Cu, Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA nivel 1, 2 y 3 Información DGA niveles Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT, Sn

Tabla 5.2h: Cauces Secundarios - Río Vergara

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Vergara en Tijeral	0835VE10	CE, OD, pH, Cl ⁻ , Zn, RAS, SD	Fe	Al, Mn, Cr			Cu, Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA nivel 1, 2 y 3 Información SAG para SD.

Tabla 5.2i: Cauces Secundarios - Río Bureo

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Bureo en Longitudinal	0833BU10	CE, pH, Fe, Mn, Zn, Cl ⁻ , OD		Cr, Al			Cu, Mo	Todos los demás parámetros seleccionados	Información DGA nivel 1, 2 y 3

Bío Bío

148.

Tabla 5.2j: Cauces Secundarios - Río Nicodahue

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Nicodahue antes junta con río Bío Bío	0836NI10	SD, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , S ²⁻	DBO ₅	Color		SST, CF, CT		Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4, muestreo puntual primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT

Tabla 5.2k: Cauces Secundarios - Río Rehue

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Rehue en Angol	0835RH20	SD, DBO ₅ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , S ²⁻		Color, CN ⁻ , CT	CF	SST		Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4, muestreo puntual primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT

Tabla 5.2l: Cauces Secundarios - Río Mininco

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Mininco antes junta río Renaico	0834MI10	SD, DBO ₅ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , S ²⁻ , CT, color	SST, NO ₂ ⁻ , CN ⁻ , CF				Sn	Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT, Sn

Tabla 5.2m : Cauces Secundarios - Río Lirquén

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en Límite de Detección	Parámetros seleccionado sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Lirquén antes junta río Bío Bío	0831LI10	SD, DBO ₅ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , F ⁻ , S ²⁻ , CT, color	SST, CN ⁻ , CF				Sn	Todos los demás parámetros seleccionados	Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: DBO ₅ , color, SD, SST, S ²⁻ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , CF, CT, Sn

Los cauces mencionados a continuación no poseen información:

- Río Polcura
- Río Mulchén
- Río Rucue
- Río Lonquimay

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 Bío Bío, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.23.

Tabla 5.3: Valores estacionales máximo de los parámetros en la cuenca del río Bío Bío

Estación	Segmento	RAS	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Al (mg/L)
Río Bío Bío en Llanquén	0830BI20	Clase 0	<10	<10	Clase 0	Clase 0	(0,03)	0,5
Río Bío Bío en Rucalhue	0831BI20	Clase 0	<10	(49)	Clase 0	Clase 0	<0,01	0,5
Río Bureo en Longitudinal	0833BU10	s/i	<10	((37))	Clase 0	Clase 0	((<0,01))	((0,2))
Río Bío Bío en Coihue	0833BI10	Clase 0	<10	20	Clase 0	0,1	<0,01	0,5
Río Bío Bío en Sta Juana	0839BI10	Clase 0	<10	20	Clase 0	0,1	<0,01	0,5
Río Bío Bío antes Planta Mochita	0839BI20	Clase 0	(20)	(20)	Clase 0	Clase 0	(0,02)	(0,4)
Río Malleco en Collipulli	0835MA10	s/i	<10	(20)	Clase 0	Clase 0	((<0,01))	((0,6))
Río Renaico en El Morro	0834RE10	Clase 0	<10	(20)	Clase 0	Clase 0	(0,03)	0,5
Río Renaico en Renaico	0834RE20	Clase 0	<10	52	Clase 0	Clase 0	<0,01	0,5
Río Vergara en Tijeral	0835VE10	s/i	<10	((23))	0,88	(0,08)	(<0,01)	(0,55)
Río Duqueco en Villacura	0832DU10	Clase 0	<10	(39)	Clase 0	0,2	(0,04)	(0,6)

Tabla 5.3 (Continuación): Valores estacionales máximo de los parámetros en la cuenca del río Bío Bío

Estación	Segmento	RAS	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mo (mg/L)	Al (mg/L)
Río Claro en Puente FFCC	0838CL10	Clase 0	(20)	(30)	(1,3)	(0,3)	<0,01	(1,4)
Río Guaqui en Diuquin	0836GU10	Clase 0	<10	(30)	1	1	(0,04)	(0,6)
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0837LA10	Clase 0	<10	(30)	Clase 0	Clase 0	(0,04)	0,5
Río Laja en Puente Perales	0838LA10	Clase 0	<10	50	Clase 0	Clase 0	<0,01	0,5
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	0839BI30	6,3	20	20	0,96	0,2	<0,01	0,59
Río Bío Bío en Desembocadura Sur	0839BI30	Clase 0	<10	32	1,1	0,34	<0,01	0,58

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

Fuente: Elaboración propia

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

- El aluminio, el molibdeno y el cromo es el único parámetro que excede la clase de excepción en todos los cauces.
- El RAS sólo aparece en la desembocadura producto de la intrusión salina del océano.
- El hierro sólo aparece en los ríos Claro, Guaqui y Bío-Bío en desembocadura

5.4.1 RAS

Los valores de RAS procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores de hasta 3,6 (Est DGA río Bío-Bío en desembocadura norte - verano), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 50%.

La presencia de RAS sólo se verifica en la desembocadura del río donde se forma un estuario.

5.4.2 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los $<10 \mu\text{g/L}$ a $20 \mu\text{g/L}$ (Est DGA río Bío-Bío en desembocadura norte - verano).

La presencia de cobre en la parte más baja del río es de origen mayoritariamente antropogénico, debido que aguas arriba de Concepción se presenta en clase de excepción.

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 Bío-Bío en Llanquén - otoño) a $52 \mu\text{g/L}$ (Est DGA río Renaico en Renaico - primavera).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de esta 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 Renaico.

5.4.4 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los $0,88 \text{ mg/L}$ (Est río vergara en Tijeral) a $1,3 \text{ mg/L}$ (Est DGA río Claro en puente FFCC- invierno), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 63%.

La aparición de hierro se debería esencialmente a la presencia en la litología de las formaciones rocosas de la cordillera de los Andes las cuales por procesos de lixiviación de los minerales pirita principalmente adicionan hierro a las corrientes de agua. Esta lixiviación se manifiesta tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales, lo cual queda ratificado por la existencia de hierro disuelto en todos los tributarios y curso principal.

El contenido de hierro en las aguas subterráneas es mayor que las superficiales, debido al mayor tiempo de residencia y superficie específica de contacto, por lo cual, este

comienza a manifestarse con mayor presencia a partir de las recargas del Bío Bío y tributarios por aguas subterráneas.

El hierro es un metal ampliamente usado en la industria metal mecánica motivo por el cual aparece notoriamente aguas abajo de los centros industriales de la ciudad de Los Angeles y Concepción, pero que *no pertenecen* al contenido base natural de este.

5.4.5 Manganeseo

Los valores de manganeseo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,08 mg/L (Río vergara en Tijeral) a 1,3 mg/L (Est DGA río Bío Bío en desembocadura sur).

La aparición del manganeseo se debe a dos fenómenos independientes: por una parte la lixiviación de las rocas sedimento – volcánicas de la alta cordillera y al afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Bío Bío y sus tributarios, en la cual los acuíferos asociados a las subcuencas recargan los cursos superficiales.

La presencia de rocas de origen sedimento – volcánicas mixtas del período Terciario adicionan el contenido de manganeseo existente en la litología de las formaciones rocosas, las cuales por procesos de lixiviación superficial y percolación de las aguas subterráneas adicionan manganeseo a las aguas superficiales, especialmente en los ríos Bío Bío, Duqueco, Claro y Guaqui.

El manganeseo presente naturalmente en los suelos – suelos oscuros y en rocas sedimentarias es lixiviado por las aguas subterráneas hasta el sector de San Rosendo, lugar desde el cual el acuífero transita paralelo al Bío Bío hasta la desembocadura.

5.4.6 Molibdeno

Los valores de molibdeno procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los <0,01 mg/L a 0,04 mg/L.

La presencia de molibdeno va normalmente ligada a filones mineralizados de cobre, o depósitos porfíricos de este mineral.

5.4.7 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,01 mg/L (Est DGA río Bureo en Longitudinal - otoño) a 1,4 mg/L (Est DGA río Claro en pte FFCC - invierno).

El origen de la presencia del aluminio en la cuenca esta ligada a la actividad volcánica de la región. La cantidad de ignimbritas y micas que por efectos de meteorización originan arcillas, más el pH y el efecto del arrastre por escorrentías producto de la escasísima cubierta vegetal origina que los compuestos de aluminio silicatos se encuentren siempre presentes en los cursos del Bío Bío.

Los aumentos puntuales de la concentración de aluminio se producen generalmente durante el derretimiento de nieves ácidas. Por otra parte dado que la cantidad de aluminio insoluble en suelos es grande, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes en aguas naturales cercanas.

5.4.8 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del Bío Bío 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 otros programas de monitoreo como el de Bío Río.

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 Bío-Bío y sus tributarios:

- La calidad natural del río es de clase de excelencia en todos sus tributarios y cauce central a excepción de unos pocos metales.
- Los principales parámetros que se encuentran naturalmente en el río son el cromo, el molibdeno y aluminio.

- La buena calidad natural del río se debe a tres factores: 1) a la alta pluviosidad de la región, lo cual incide en que las lixiviaciones superficiales y subterráneas no son intensas, 2) los grandes caudales que circulan por los cauces diluyen los contaminantes y 3) Una extensa cubierta vegetal retiene las escorrentías de la cuenca entregando aguas superficiales a los cursos superficiales con bajos contenidos de parámetros de calidad.

6. PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS6.1 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 Bío Bío fue presentada en el capítulo 2. En este capítulo se presentan los tramos, los cuales se forman por la sumatoria de segmentos adyacentes. El tramo se caracteriza por tener una misma clase de calidad objetivo a lo largo de toda su extensión.

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

Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del río Bío Bío

Cauce	Código Segmento	Código del Tramo	Límites Tramos
Río Bío Bío	0830BI10	BI-TR-10	De: Laguna Gualletue Hasta: Confluencia río Lonquimay
	0830BI20	BI-TR-20	De: Confluencia río Lonquimay Hasta: Límite de Subcuenca
	0830BI30		
	0831BI10	BI-TR-30	De: Límite de Subcuenca Hasta: Confluencia río Duqueco
	0831BI20		
	0831BI30		
	0831BI40		
	0833BI10	BI-TR-40	De: Confluencia río Duqueco Hasta: Confluencia río Nicodahue
	0833BI20		
	0836BI10	BI-TR-50	De: Confluencia río Nicodahue Hasta: Confluencia río Laja
	0836BI20		
	0839BI10	BI-TR-60	De: Confluencia río Laja Hasta: Est. DGA Bío Bío en Sta. Juana

Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del río Bío Bío

Cauce	Código Segmento	Código del Tramo	Límites Tramos
Río Bío Bío (continuación)	0839BI20	BI-TR-70	De: Est. DGA Bío Bío en Sta. Juana Hasta : Desembocadura
	0839BI30		
Río Lonquimay	0830LO10	LO-TR-10	De: Naciente río Lonquimay Hasta: Confluencia río Bío Bío
Río Lirquén	0831LI10	LI-TR-10	De: Naciente río Lirquén Hasta: Confluencia río Bío Bío
Río Duqueco	0832DU10	DU-TR-10	De: Naciente río Bureo Hasta : Confluencia río Bío Bío
	0832DU20		
Río Bureo	0833BU10	BU-TR-10	De: Naciente río Bureo Hasta: Confluencia río Bío Bío
	0833BU20		
Río Mulchén	0833MU10	MU-TR-10	De : Naciente río Mulchén Hasta : Confluencia río Bureo
Río Renaico	0834RE10	RE-TR-10	De : Naciente río Renaico Hasta : Confluencia río Mininco
	0834RE20	RE-TR-20	De: Confluencia río Mininco Hasta: Confluencia río Vergara
Río Mininco	0834MI10	MI-TR-10	De: Naciente río Mininco Hasta: Confluencia río Renaico

Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del río Bío Bío

Cauce	Código Segmento	Código del Tramo	Límites Tramos
Río Malleco	0835MA10	MA-TR-10	De: Naciente río Malleco Hasta: Est. DGA río Malleco en Collipulli
	0835MA20	MA-TR-20	De: Est. DGA río Malleco en Collipulli Hasta: Confluencia río Rehue
Río Vergara	0835VE10	VE-TR-10	De: Confluencia río Malleco y Rehue Hasta: Confluencia río Renaico
	0835VE20	VE-TR-20	De: Confluencia río Renaico Hasta: Confluencia río Bío Bío
Río Rehue	0835RH10	RH-TR-10	De: Naciente río Rehue Hasta: Confluencia río Malleco
	0835RH20		
Río Guaqui	0836GU10	GU-TR-10	De: Naciente río Guaqui Hasta: Confluencia río Bío Bío
Río Nicodahue	0836NI10	NI-TR-10	De: Confluencia río Esperanza y Maitenrehue Hasta: Confluencia río Bío Bío
Río Laja	0837LA10	LA-TR-10	De: Estero Los Deslindes Hasta: Confluencia río Rucue
	0837LA20		
	0838LA10	LA-TR-20	De: Confluencia río Rucue Hasta: Confluencia río Bío Bío
	0838LA20		
	0838LA30		
Río Polcura	0837PO10	PO-TR-10	De : Laguna Bejar Hasta : Estero Los Deslindes
Río Rucue	0837RU10	RU-TR-10	De : Naciente río Rucue Hasta : Confluencia río Laja
Río Claro	0838CL10	CL-TR-10	De : Naciente río Claro Hasta : Confluencia río Laja

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

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 Bío Bío	BI-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
	BI-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Al, Mo, SST	
								3	Al, Hg	
								4	HC	
	BI-TR-30	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Hg, SST, Al	
								3	--	
								4	HC	
	BI-TR-40	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Color, Mn, SST, Al	
								3	Hc	
								4	HC	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Bío Bío: Conductividad eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, Cloruro, Amonio, PCB's, Índice de Fenol, Hidrocarburos, Pentaclorofenol, Cobre, Cromo total, Hierro, Manganeseo, Molibdeno, Zinc, Aluminio, Mercurio, Color aparente, Estaño, 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.

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

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

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 Bío Bío (continuación)	BI-TR-50	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	NH ₄ ⁺	Otros parámetros seleccionados	
								2	--		
								3	Color, PCB's, Hg, Hc		
								4	OD, SST, Pentaclorofenol, Índice de Fenol		
	BI-TR-60	--	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
									2	Cr, Color, Mn, Al	
									3		
									4	SST	
	BI-TR-70	--	--	(*)	Clase 1 a 3	3	3	3	0	pH, S ²⁻ , CF, CT, DBO ₅ , SO ₄ ⁻² , Zn, NO ₂ ⁻ , F ⁻ , SD, CN ⁻ , Ni, PCP, Se	Otros parámetros seleccionados
									1	NH ₄ ⁺ , PCB's	
									2	Cu, Mo, Cr, color, OD, Al	
									4	Cl, SST, Fenol, Mn	

(*) 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 Bío Bío

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 Lonquimay	LO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Lirquén	LI-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CN ⁺	Otros parámetros seleccionados
								2	--	
								3	--	
								4	Sn	
Río Duqueco	DU-TR-10	Clase 2	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Mn, Mo, Al	
								3	--	
								4	--	

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

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

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 Bureo	BU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados	
								2	--		
								3	Cr		
								4	--		
Río Mulchén	MU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/í	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/í	Todos los parámetros seleccionados	
Río Renaico	RE-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cr, Mo, Al		
								3	--		
								4	--		
	RE-TR-20	--	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
									2	Cr, Al	
									3	--	
									4	Sn	

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

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

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 Mininco	MI-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CN-	Otros parámetros seleccionados
								2	--	
								3	--	
								4	Sn	
Río Malleco	MA-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CN-	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Al	
								3	--	
								4	Sn	
	MA-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

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

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

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 Vergara	VE-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Fe	Otros parámetros seleccionados
								2	Al, Mn, Cr	
								3	--	
								4	--	
	VE-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	0 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

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

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

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 Rehue	RE-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Color, CN ⁻	
								3	--	
								4	SST	
Río Guaqui	GU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	1	1	1	0	DBO ₅ , CF, CT, CE, OD, PH, SD, RAS, Zn, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , SO ₄ ⁻² , Cl, Ni, Se	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Mo, Color, CN ⁻	
								3	Al, SST	
								4	Mn	
Río Nicodahue	NI-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Color	
								3	--	
								4	SST	

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

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 Laja	LA-TR-10	Clase 2	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cr, Mo, Al		
								3	--		
								4	--		
	LA-TR-20	--	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
									2	Cr, Al	
									3	Al	
									4	--	
Río Polcura	PO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados	
Río Rucue	RU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados	
Río Claro	CL-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cr, Color, CN ⁻ , Fe		
								3	Al		
								4	pH, Mn		

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

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 este punto, para la cuenca del río Bío Bío se presentan en el anexo 6.1.

7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

7.1 Índice 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 Bío Bío, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 17 parámetros que han sido seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros relevantes son:

- Color Aparente
- RAS
- Amonio
- Cloruro
- PCB's
- Índice de Fenol
- Hidrocarburos
- Pentaclorofenol
- Cobre
- Cromo total
- Hierro
- Manganeseo
- Molibdeno
- Zinc
- Aluminio
- Mercurio
- Coliformes totales

Debido a que 7 de los parámetros seleccionados (color aparente, PCB's, índice de fenol, hidrocarburos, pentaclorofenol, mercurio y coliformes totales), han sido estudiados

en monitoreos realizados a zonas específicas de la cuenca por lo que sería de gran utilidad incorporarlos en el futuro al ICAS, en este momento no se considerarán, debido a la escasez de información para el resto de la cuenca.

7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Bío Bío en Llanquén	98
Río Bío Bío en Rucalhue	98
Río Bureo en Longitudinal	99
Río Bío Bío en Coihue	91
Río Bío Bío en Sta Juana	92
Río Bío Bío antes Planta Mochita	92
Río Malleco en Collipulli	97
Río Renaico en Renaico	97
Río Renaico en El Morro	98
Río Vergara en Tijeral	96
Río Duqueco en Villacura	98
Río Claro en Puente FFCC	80
Río Guaqui en Diuquin	83
Río Laja en Puente Perales	96
Río Laja bajo descarga Central Antuco	98
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	84
Río Bío Bío en Desembocadura Sur	82

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

7.1.3 Estimación del ICAS objetivo

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

Tabla 7.2: Clases Objetivos para cada Estación de Muestreo

Estación de Muestreo	Clase Objetivo
Río Bío Bío en Llanquén	0
Río Bío Bío en Rucalhue	0
Río Bureo en Longitudinal	0
Río Bío Bío en Coihue	0
Río Bío Bío en Sta Juana	0
Río Bío Bío antes Planta Mochita	0
Río Malleco en Collipulli	0
Río Renaico en Renaico	0
Río Renaico en El Morro	0
Río Vergara en Tijeral	0
Río Duqueco en Villacura	0
Río Claro en Puente FFCC	0
Río Guaqui en Diuquin	1
Río Laja en Puente Perales	0
Río Laja bajo descarga Central Antuco	0
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	2
Río Bío Bío en Desembocadura Sur	2

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Bío Bío en Coihue	95
Río Bío Bío en Santa Juana	97
Río Bío Bío antes Planta Mochita	98
Río Malleco en Collipulli	98
Río Renaico en Renaico	98
Río Vergara en Tijeral	97
Río Claro en Puente FFCC	89
Río Guaqui en Diuquin	91
Río Laja en Puente Perales	98
Río Bío Bío en Desembocadura Norte	89
Río Bío Bío en Desembocadura Sur	87

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

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

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

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

Tabla 7.4 (Continuación): Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Bío Bío a/ J Llanquén	Bío Bío Rucalhue	Bío Bío en Coihue	Bío Bío a/ J río Vergara	Bío Bío a/ J de río Laja	Bío Bío en Santa Juana	Bío Bío antes planta Mochita	Bío Bío Desemb. (N)	Bío Bío Desemb. (S)	Bureo en Mulchén
	COD_SEG	0830BI20	0831BI20	0833BI10	0833BI30	0836BI20	0839BI10	0839BI20	0834BI30	0833BI30	0833BU10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
METALES NO ESCENCIALES											
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Mercurio	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS											
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL

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

Tabla 7.4 (Continuación): Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Bureo en Longitudinal	Renaico en el Morro	Renaico en Renaico	Duqueco en Cerrillos	Guaqui en Diquín	Laja en Tucapel	Laja a/j con Bío Bío	Vergara antes del Bío Bío
	COD_SEG	0834BU20	0834RE20	0834RE10	0832DU20	0836GU10	0838LA10	0838LA40	0835VE20
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
METALES NO ESCENCIALES									
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Mercurio	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS									
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL

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

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

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

7.4 Referencias Bibliográficas

Referencia	Título del Informe
2.1	APICULTUTA.CL 2003 http://www.apicultura.cl
2.2	MOP, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile. 1987.
2.3	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.4	VOLCANES Activos de Chile http://povi.org/chile.htm
2.5	MOP, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.6	IGM, Instituto Geográfico Militar. Levantamiento Aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000. Hojas Concepción y Los Angeles, escala 1:250.000. 1986.
2.7	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.8	CNR, Comisión Nacional de Riego. Series de Suelo VIII Región del Bío Bío.
2.9	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.10	SERPLAC, Servicio de Planificación. Base de datos Banco Central de Chile.
2.11	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. VI Censo Nacional Agropecuario. 1997.
2.12	CONAF - CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.13	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. http://www.censo2002.cl
2.14	CONAMA, Comisión nacional del Medio Ambiente http://www.conama.cl
3.1	IPLA Ltda. Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile, 1996.