

**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 MAULE**

**DICIEMBRE 2004**

**CADE-IDEPE**  
CONSULTORES EN INGENIERIA



**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES .....	1
2.	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 .....	7
2.2.3	Hidrogeología.....	9
2.2.4	Geomorfología.....	11
2.2.5	Suelos .....	12
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Maule .....	13
2.3.1	Flora terrestre y acuática .....	13
2.3.2	Fauna acuática .....	17
2.4	Sistemas Humanos.....	17
2.4.1	Asentamientos humanos.....	17
2.4.2	Actividades económicas .....	18
2.5	Usos del Suelo .....	19
2.5.1	Uso agrícola.....	19
2.5.2	Uso forestal.....	20
2.5.3	Uso urbano.....	20
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	20
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	22
3.1	Información Fluviométrica.....	22
3.2	Usos del Agua.....	25
3.2.1	Usos in – situ .....	25
3.2.2	Usos extractivos.....	27
3.2.3	Biodiversidad.....	31
3.2.4	Usos ancestrales.....	32
3.2.5	Conclusiones.....	32

**INDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
3.3	Descargas a Cursos de Agua .....	36
3.3.1	Descargas de Tipo Domiciliario.....	36
3.3.2	Residuos Industriales Líquidos .....	39
3.3.3	Contaminación difusa por pesticidas.....	43
3.4	Datos de Calidad de Aguas .....	43
3.4.1	Fuentes de Información.....	43
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo .....	45
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION .....	47
4.1	Análisis de Información Fluviométrica.....	47
4.1.1	Análisis por estación .....	47
4.1.2	Conclusiones .....	71
4.2	Análisis de la Calidad del Agua .....	73
4.2.1	Selección de parámetros.....	73
4.2.2	Análisis de tendencia central.....	76
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE.....	82
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI) .....	83
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional.....	84
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua .....	92
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES	103
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal .....	103
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca.....	107
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca .....	110
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes .....	120
5.4.1	Cobre .....	121
5.4.2	Cromo.....	122
5.4.3	Hierro .....	122
5.4.4	Manganeso .....	122
5.4.5	Molibdeno .....	123

## INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.6	Aluminio.....	123
5.4.7	Falencias de información.....	124
5.4.8	Conclusiones.....	124
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS .....	125
6.1	Establecimiento de Tramos .....	125
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	126
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo .....	138
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES .....	139
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial.....	139
7.1.1	Antecedentes.....	139
7.1.2	Estimación del ICAS .....	139
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo .....	140
7.2	Programa de Monitoreo Futuro .....	142
7.3	Sistema de Información Geográfico .....	146
7.4	Referencias .....	146

## **ANEXOS**

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



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

La cuenca del río Maule pertenece a la VII Región y posee una superficie de 20.295 km<sup>2</sup>, siendo la cuarta en extensión del país.

El río Maule nace en el extremo norponiente de la laguna del Maule; corre por 6 km al N y luego hacia el NW por un lecho angosto y encajonado por altas montañas. A 31 km de su nacimiento, se le une el río Puelche y a partir de ese punto toma rumbo definitivo al WNW, que mantendrá hasta su desembocadura después de recorrer 240 km. A 90 km de su origen, el Maule expande su cauce para atravesar en un recorrido de 80 km la llanura aluvial central y penetrar en la cordillera de la Costa, donde se le une por el norte el río Claro, uno de los más importantes de sus tributarios. A partir de esa junta, corre confinado por cerros de la cadena costera y sólo en sus 10 últimos kilómetros se ensancha en un estuario que en su boca tienen cerca de 900 m de ancho. En esta travesía por la cordillera de la Costa, el Maule recibe escasos afluentes que sólo llevan agua en la época de lluvias; el principal es el estero Los Puercos, que drena el amplio valle de Pencahue. En cambio, los más importantes tributarios provienen de la cordillera andina, aunque muchos de ellos se le unen en la Depresión Intermedia.

En el ámbito andino, el Maule recibe tributarios de envergadura; entre los que se cuenta el ya mencionado río Puelche y el río Los Cipreses, efluente de la laguna La Invernada, de 5 km<sup>2</sup> de superficie.

A 75 km de su nacimiento, el Maule engruesa considerablemente su caudal con el río Melado, que le afluye por el sur. El río Guaiquivilo-Melado mantiene un rumbo de sur a norte y constituye un típico valle interandino longitudinal. En su recorrido de 7 km queda flaqueando a su izquierda por el cordón Melado, que ostenta cumbres sobre 2.500 m y la separa de las cuencas de los ríos Longaví, Achibueno y Ancoa, subtributarios del propio Maule. El río Guaiquivilo-Melado nace de la confluencia de los ríos Cajón Troncoso, que drena un amplio sector fronterizo, y Palaleo, que desagua la laguna Dial, situada a unos 70 km aguas arriba de esa junta.

De la cadena del Melado descienden hacia el Guaiquivilo numerosos arroyos que profundizan los cajones glaciales, escindiendo las montañas. Por la ribera derecha, el más importante afluente del Melado es el río San Pedro o La Puente que se genera en un glaciar relacionado al volcán San Pedro o Las Yeguas. A partir de esa junta, el río deja de llamarse Guaiquivilo para tomar el nombre de Melado.

## Maule

2.

El Maule atraviesa la mayor parte de la llanura aluvial del Valle Central sin recibir tributarios. Los ríos generados en la cordillera de los Andes aquí corren más bien paralelos a su curso y son captados por el río Loncomilla, que drena toda la cuenca sur, y por el Claro, que colecta las aguas del sector norte.

El Loncomilla, sin duda el afluente más importante del Maule, se le une por el sur, cerca de San Javier; su cauce ancho y de baja pendiente se sitúa paralelo junto al flanco oriental de la cordillera de la Costa. Se forma a partir de la confluencia de los ríos Longaví y Perquilauquén, que proceden del oriente y occidente, respectivamente. Recorre así, pausadamente, 36 km; hacia el norte y puede ser navegado por lanchas planas o de escaso calado. Por su ribera occidental recibe como afluentes sólo dos esteros de poca monta; en cambio, por su ribera oriental recibe dos ríos importantes, el Achibueno y el Putagán, aparte de otros menores. El río Ancoa es un aportante del río Achibueno.

El río Longaví tiene sus cabeceras en un cordón andino de orientación norte-sur de unos 2.000 m de altitud media, pero su principal afluente, el río Blanco, drena el faldeo suroriental del nevado Longaví o Lonquén, de 3.230 m de elevación. En la hoya del Longaví se construyó, en la primera mitad del siglo, el embalse Bullileo, de 60 millones de m<sup>3</sup> de capacidad, y en la segunda mitad, el embalse Digua, que se alimenta a través de un canal del río Longaví.

El Perquilauquén, cuyo cauce se extiende por 190 km y que drena una hoya de 5.023 km<sup>2</sup>, presenta una trama de drenaje muy compleja, ya que desagua un sector de precordillera andina, parte de la depresión intermedia y una porción de la cordillera de la Costa. Esta última comprende una intrincada red hidrográfica que se canaliza por el río Cauquenes y se vacía el oriente, en el Valle Central.

Otro afluente del Perquilauquén y que también drena parte de la cordillera de la Costa es el río Purapel, que confluye a sólo dos kilómetros aguas abajo de la junta del río Cauquenes; cubre un área orientada según la tectónica local de NW a SE de 755 km<sup>2</sup>.

El efluente más importante de la ribera derecha del Loncomilla es el Achibueno, tanto que algunos autores consideran formado el Loncomilla a partir de su junta. Su curso superior se desarrolla al occidente del cordón Melado, también confinado por elevadas montañas de Los Andes, y nace en la laguna homónima al pie oriental del nevado Longaví. En este primer tramo recibe, especialmente por su flanco derecho, varios torrentes que descienden de esa cordillera.

El sector norte de la hoya del Maule es drenado por el río Claro, cuyo curso superior corre paralelo al río Lontué, afluente del Mataquito, del cual le separan apenas 8 km. Su red de captación en la cordillera es de tipo dendrítico con múltiples ramificaciones dominadas por el volcán Descabezado Grande. Una notable característica de la trayectoria de este río es su brusco cambio de rumbo en las proximidades de Molina, variando en 90° hacia el SW, rumbo que conserva hasta su junta al Maule, bordeando el pie oriental de la cordillera de la Costa. En esta trayectoria recoge afluentes importantes, como el estero Pangué y el río Lircay.

Entre los afluentes del curso inferior del Maule en el sector de la cordillera de la Costa, el más importante es el estero Los Puercos, que con su curso de rumbo N-S drena un típico valle tectónico.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- río Maule
- río Claro-Talca
- río Claro-embalse Colbún
- río Lircay
- río Loncomilla
- río Ancoa
- río Cauquenes
- río Perquillauquén
- estero Curipeumo
- río Purapel
- río Longaví
- río Achibueno
- río Putagán
- estero Los Puercos
- río Melado

## Maule

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 Maule incluye una amplia variedad de información vectorial la que procede de las siguientes fuentes:

- Bases cartográficas del SIGIRH, del MOP-DGA. Escala 1:50.000 / 250.000
- Bases del Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) de CONAMA.
- Bases del Catastro de Bosque Nativo de la CONAF, reclasificado por CONAMA.
- Bases del Catastro de Bocatomas, del MOP-DGA.

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

#### b) Segmentación preliminar

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

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

CUENCA RIO MAULE				Límites de los segmentos	
Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
Río MAULE	MA	1	0730 - MA - 10	NACIENTE EN LAGUNA MAULE	EST. CALIDAD MAULE AGUAS ABAJO DEL MELADO
Río MAULE	MA	2	0730 - MA - 20	EST. CALIDAD MAULE AGUAS ABAJO DEL MELADO	NACIENTE RIO MELADO
Río MELADO	ME	1	0730 - ME - 10	NACIENTE RIO MELADO	CONFLUENCIA RIO MAULE
Río CLARO-EMBALSE COLBÚN	CR	1	0732 - CR - 10	NACIENTE RIO CLARO	CONFLUENCIA RIO MAULE
Río MAULE	MA	1	0732 - MA - 10	CONFLUENCIA RIO CLARO	SALIDA EMBALSE COLBUN
Río MAULE	MA	2	0732 - MA - 20	SALIDA EMBALSE COLBUN	CONFLUENCIA RIO LONCOMILLA
Río CAUQUENES	CA	1	0733 - CA - 10	NACIENTE RIO CAUQUENES	EST. CALIDAD CAUQUENES EN EL ARRAYAN
Río CAUQUENES	CA	2	0733 - CA - 20	EST. CALIDAD CAUQUENES EN EL ARRAYAN	EST. CALIDAD CAUQUENES EN DESEMBOCADURA
Río CAUQUENES	CA	3	0733 - CA - 30	EST. CALIDAD CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	CONFLUENCIA RIO PERQUILAUQUÉN
Estero CURIPEUMO	CU	1	0733 - CU - 10	NACIENTE ESTERO CURIPEUMO	CONFLUENCIA RIO PERQUILAUQUÉN
Río PERQUILAUQUÉN	PE	1	0733 - PE - 10	NACIENTE RIO PERQUILAUQUEN	EST. CALIDAD PERQUILAUQUEN AJ ESTERO LAVADERO
Río PERQUILAUQUÉN	PE	2	0733 - PE - 20	EST. CALIDAD PERQUILAUQUEN AJ ESTERO LAVADERO	EST. CALIDAD PERQUILAUQUEN QUELLA
Río PERQUILAUQUÉN	PE	3	0733 - PE - 30	EST. CALIDAD PERQUILAUQUEN QUELLA	CONFLUENCIA ESTERO CURIPEUMO
Río PERQUILAUQUÉN	PE	4	0733 - PE - 40	CONFLUENCIA ESTERO CURIPEUMO	CONFLUENCIA RIO CAUQUENES
Río PERQUILAUQUÉN	PE	1	0734 - PE - 10	CONFLUENCIA RIO CAUQUENES	CONFLUENCIA RIO PURAPEL
Río PERQUILAUQUÉN	PE	2	0734 - PE - 20	CONFLUENCIA RIO PURAPEL	CONFLUENCIA RIO LONGAVÍ
Río PURAPEL	PU	1	0734 - PU - 10	NACIENTE RIO PURAPEL	EST. CALIDAD PURAPEL EN SAUZAL
Río PURAPEL	PU	2	0734 - PU - 20	EST. CALIDAD PURAPEL EN SAUZAL	CONFLUENCIA RIO PERQUILAUQUEN
Río LONGAVÍ	LO	1	0735 - LO - 10	NACIENTE RIO LONGAVI	EST. CALIDAD LONGAVI EN QUIRIQUINA
Río LONGAVÍ	LO	2	0735 - LO - 20	EST. CALIDAD LONGAVI EN QUIRIQUINA	EST. CALIDAD LONGAVI EN PANAMERICANA
Río LONGAVÍ	LO	3	0735 - LO - 30	EST. CALIDAD LONGAVI EN PANAMERICANA	CONFLUENCIA RIO PERQUILAUQUEN
Río ACHIBUENO	AC	1	0735 - AC - 10	NACIENTE RIO ACHIBUENO	CONFLUENCIA RIO ANCOA
Río ACHIBUENO	AC	2	0735 - AC - 20	CONFLUENCIA RIO ANCOA	EST. CALIDAD ACHIBUENO EN PANAMERICANA
Río ACHIBUENO	AC	3	0735 - AC - 30	EST. CALIDAD ACHIBUENO EN PANAMERICANA	CONFLUENCIA RIO LONCOMILLA
Río ANCOA	AN	1	0735 - AN - 10	NACIENTE RIO ANCOA	CONFLUENCIA RIO ACHIBUENO
Río PUTAGÁN	PT	1	0735 - PT - 10	NACIENTE RIO PUTAGÁN	EST. CALIDAD PUTAGAN EN B.T. CANAL MELOZAL
Río PUTAGÁN	PT	2	0735 - PT - 20	EST. CALIDAD PUTAGAN EN B.T. CANAL MELOZAL	CONFLUENCIA RIO LONCOMILLA
Río LONCOMILLA	LN	1	0735 - LN - 10	CONFLUENCIA RIO LONGAVI Y PERQUILAUQUEN	CONFLUENCIA RIO ACHIBUENO
Río LONCOMILLA	LN	2	0735 - LN - 20	CONFLUENCIA RIO ACHIBUENO	CONFLUENCIA RIO PUTAGAN
Río LONCOMILLA	LN	3	0735 - LN - 30	CONFLUENCIA RIO PUTAGAN	CONFLUENCIA RIO MAULE
Río MAULE	MA	1	0736 - MA - 10	CONFLUENCIA RIO LONCOMILLA	CONFLUENCIA RIO CLARO-TALCA
Río CLARO-TALCA	CL	1	0737 - CL - 10	NACIENTE RIO CLARO	EST. CALIDAD CLARO EN FUENTE DE AGUA
Río CLARO-TALCA	CL	2	0737 - CL - 20	EST. CALIDAD CLARO EN FUENTE DE AGUA	CONFLUENCIA RIO LIRCAY
Río CLARO-TALCA	CL	3	0737 - CL - 30	CONFLUENCIA RIO LIRCAY	EST. CALIDAD CLARO EN TALCA
Río CLARO-TALCA	CL	4	0737 - CL - 40	EST. CALIDAD CLARO EN TALCA	EST. CALIDAD CLARO EN RAUQUEN
Río CLARO-TALCA	CL	5	0737 - CL - 50	EST. CALIDAD CLARO EN RAUQUEN	CONFLUENCIA ESTERO LOS PUERCOS
Río LIRCAY	LI	1	0737 - LI - 10	NACIENTE RIO LIRCAY	CONFLUENCIA RIO CLARO-TALCA
Río MAULE	MA	1	0738 - MA - 10	CONFLUENCIA RIO CLARO-TALCA	EST. CALIDAD MAULE EN LAS FLORES
Río MAULE	MA	2	0738 - MA - 20	EST. CALIDAD MAULE EN LAS FLORES	DESEMBOCADURA
Estero LOS PUERCOS	PR	1	0738 - PR - 10	NACIENTE ESTERO LOS PUERCOS	CONFLUENCIA RIO CLARO-TALCA

## Maule

6.

### 2.2 Sistema Físico - Natural

#### 2.2.1 Clima

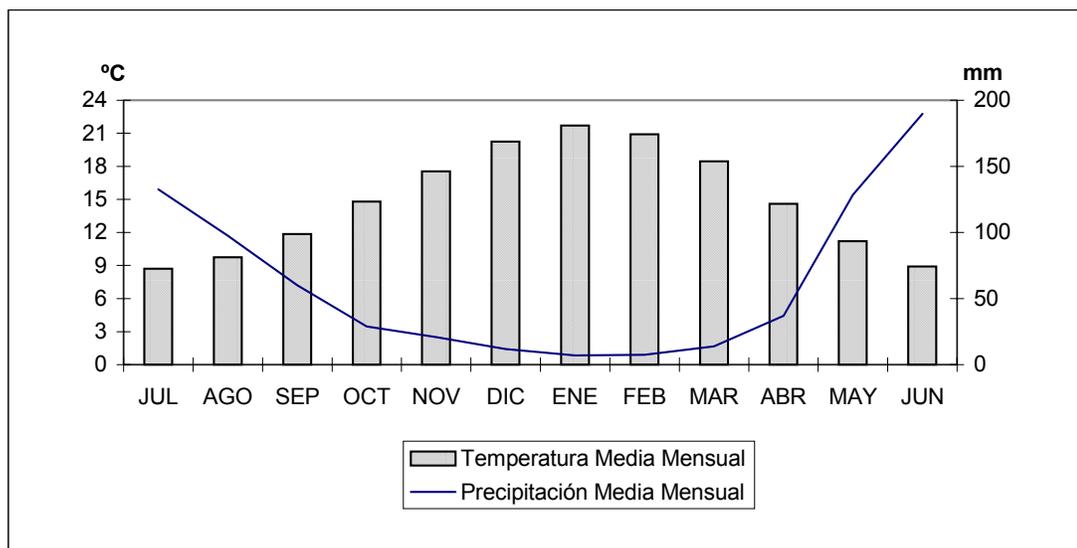
La cuenca del río Maule al igual que la cuenca del río Mataquito, se encuentra bajo la influencia de un clima mediterráneo. Es decir, existen al menos dos meses consecutivos del verano con déficit hídrico.

La condición geomorfológica general determina la existencia de ombroclimas que varían de húmedo a subhúmedo, dependiendo de los montos de precipitación. Las variaciones pluviales sumadas a las diferencias térmicas que ocurren en la cordillera andina, especialmente en lo que se refiere a la amplitud térmica anual o continentalidad, definen en su conjunto dos tipos bioclimáticos en la cuenca, estos son:

- Mediterráneo pluviestacional – oceánico: influyendo los sectores costeros, la Cordillera de la Costa, el Valle Central y los pisos inferiores de la Cordillera de los Andes, bajo los 2.000 m s.n.m.
- Mediterráneo pluviestacional – continental: se encuentra en las zonas andinas altas por sobre los 2.000 m s.n.m, cuyo régimen ombrotérmico está dado por el efecto que ejerce la altitud sobre la continentalidad.

Las características de continentalidad hacia el interior (Valle Longitudinal y Precordillera) hacen que los contrastes térmicos sean más acentuados que en el litoral. La temperatura media anual es de 14,9° C, con una máxima de 22,8° C y una mínima de 8° C. El período seco es de seis meses y la precipitación promedio anual es de 735 mm.

En el siguiente diagrama climático (Figura 2.1), se presentan los montos de precipitación y temperaturas medias mensuales en la ciudad de Talca.



[Ref 2.1]

**Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico, sector ciudad de Talca**

### 2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del Maule posee diversas formaciones rocosas entre ellas destacan: [Ref 2.2]

- Sector bajo de la cuenca:

Rocas Jig, del tipo intrusiva del Jurásico Inferior. Dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita.

Rocas Pz4a, del tipo metamórficas del Silúrico-Carbonífero. Esquistos muscovíticos y metabasales, metachert y serpentinas con metamorfismos de alto gradiente P/T y metamorfismo del Carbonífero Temprano

Rocas Pz4b, del tipo sedimentaria del Silúrico-Carbonífero. Pizarras, filitas y metareniscas con metamorfismo de bajo gradiente del carbonífero temprano

Rocas CPg, del tipo intrusiva del Carbonífero-Pérmico. Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas de hornblenda y biotita, localmente de muscovita

Rocas Kia2, del tipo volcano-sedimentario del Cretácico inferior alto-cretácico superior bajo. Secuencias sedimentarias sedimentarias y volcánicas, rocas epiclásticas, piroclásticas, lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustres, localmente marinas

- Sector medio de la cuenca: Rocas PI3t, del tipo volcánicas del Pleistoceno. Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso.

Rocas Q1, del tipo sedimentarias del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos aluviales coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados.

Rocas Kia3, del tipo volcánicas del Cretácico inferior alto. Secuencias y complejos volcánicos continentales, lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas, andesíticas a riolíticas.

Rocas Ki2m, del tipo volcanosedimentario del Neocomiano. Secuencias volcánicas y sedimentarias marinas; lavas andesíticas y basálticas, tobas y brechas volcánicas y sedimentarias de areniscas y calizas fosilíferas

Rocas Tr1m, del tipo sedimentario del Triásico Superior. Secuencias sedimentarias marinas y transicionales; areniscas conglomerados, limonitas y calizas.

- Zona alta de la cuenca: Rocas OM2c, del tipo volcanosedimentario del Oligoceno-Mioceno. Secuencia volcanosedimentaria; lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas.

Rocas PPI3, del tipo volcánicas del Plioceno-Pleistoceno. Secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados, lavas basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados.

Rocas Q3i, del tipo volcánico del Cuaternario. Estrato volcanes y complejos volcánicos; lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesíticos-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos.

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

Rocas PP1r, del tipo sedimentaria del Plioceno-Pleistoceno. Depósitos de remoción en masa: brechas polimicticas con matriz de arena-limo en proporción variable de flujo o deslizamiento gravitacional.

En la cuenca existe influencia volcánica por los volcanes Descabezado Grande (Estratovolcán, histórico cuya última erupción fue registrada en junio de 1932), Descabezado Chico, Quizapu, Nevado de Longaví (Estratovolcanes del Holoceno sin registro de su última erupción), San Pedro (Estratovolcanes del Holoceno sin registro de su última erupción) y volcán Laguna del Maule (Estratovolcanes del Holoceno sin registro de su última erupción).  
[Ref 2.3]

### 2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrogeológica del río Maule se extiende desde la latitud 35°05' por el norte hasta la latitud 36°30' por el sur. Destaca en la alta cordillera formaciones rocosas volcánicas del cuaternario conformadas por coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos de permeabilidad baja. En sector, el acuífero asociado al derretimiento de nieves, corre paralelo a los cursos de agua de los ríos Maule y Melado o Guaiquivilo, por un relleno no consolidado de origen aluvial y coluvial de alta permeabilidad, casi siempre siguiendo la dirección este a oeste.

Desde la precordillera andina se originan acuíferos que drenan paralelos a los cursos superficiales, preferentemente desde la latitud 35° 50' (Linares) al sur. Al llegar a la Depresión Intermedia siguen preferentemente dirección NNW. Destaca en este sector la alta productividad de los pozos de sobre 10 m<sup>3</sup>/h/m y bajas profundidades de las napas freáticas (de 2 a 13 m).

La gran masa de agua subterránea al encontrarse con el batolito costero, es drenada hacia el océano siguiendo un curso paralelo al río Maule. Desde el norte lo hace un importante acuífero procedente desde el sector río Claro en dirección SSW hasta introducirse

## Maule

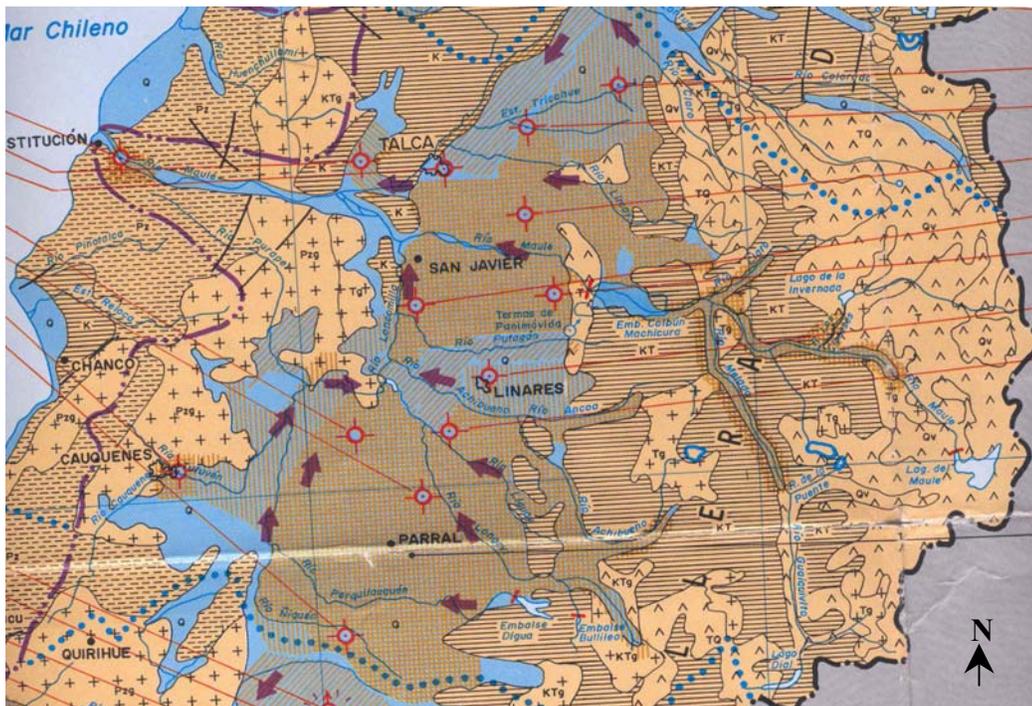
10.

por la cordillera de la costa en un curso paralelo al Maule. Desde el sur lo hace un acuífero aun mayor que proviene desde el río Ñiquen (latitud  $36^{\circ} 20'$ ) en dirección de sur a norte hasta las cercanías del río Maule.

El batolito costero está compuesto por formaciones rocosas plutónicas e hipoabisales del período paleozoico de nula permeabilidad motivo por el cual forma un gran murallón entre el río Itata y Maule.

Al poniente de la ciudad de Talca, el acuífero se encajona siguiendo el Maule a través de un depósito de material no consolidado de origen coluvial y aluvional de alta permeabilidad hasta desembocar al océano por el sector de Constitución.

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



[Ref. 2.4]

**Figura 2.2: Mapa hidrogeológico Cuenca del río Maule  
(Escala 1:1.000.000)**

#### 2.2.4 Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, se distinguen en esta cuenca de este a oeste, cinco unidades características de toda la zona central: Cordillera de los Andes, Precordillera, Depresión Intermedia o Valle Central, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

La Cordillera de los Andes está caracterizada por una extensa llanura de origen volcánico, desarrollada a una altura promedio de 2.500 m s.n.m, que presenta una suave pendiente hacia el oeste y que se encuentra frecuentemente disectada por cursos de agua de valles profundos y abruptos producto de la erosión glacial cuaternaria.

La Precordillera se presenta conformando un plano inclinado, con pendiente suave hacia el oeste, a una altura que varía entre 500 y 1.500 m s.n.m. Está compuesta por rocas sedimentarias y volcánicas, de origen continental y edad cretácica superior a terciaria. Producto de la fuerte denudación cuaternaria, este plano se encuentra profundamente disectado por valles de origen glacial, tributarios de aquellos de origen volcánico.

La Depresión Intermedia corresponde a una fosa tectónica limitada por sistemas de faldas de rumbo norte – sur, la que ha sido paulatinamente rellenada producto de la erosión originada por la acción de los glaciares, ríos y el viento. Presenta una suave pendiente hacia el oeste, como un plano levemente inclinado disectada por los valles poco profundos y de origen fluvial, a través de los cuales se ha depositado la abundante sedimentación que ha rellenado esta fosa.

La Cordillera de la Costa se presenta como un macizo montañoso, cuya altura máxima no sobrepasa los 700 m s.n.m. y compuesto principalmente por rocas graníticas y metamórficas de edad paleozoica del llamado basamento cristalino, con la excepción del sector nororiental, compuesto por rocas sedimentarias y volcánicas, de edad cretácica. Presenta un relieve suave y ondulado, de lomajes bajos y formas amesetadas, que descienden suavemente hacia la costa producto de deformación tectónica.

Las Planicies Litorales se presentan como extensas zonas relativamente planas, con suave pendiente hacia el oeste, aunque no siempre están presentes; es así como en el sector sur de Constitución, la Cordillera de la Costa no permite el desarrollo de esta unidad morfoestructural.

### 2.2.5 Suelos

Los suelos presentes en la cuenca del río Maule, específicamente en el sector del valle y piedemontes precordilleranos, se caracterizan por su textura predominantemente arcillosa; la excepción la constituye el suelo Bramadero derivado de cenizas volcánicas. Es evidente la presencia de substratum de carácter fluvio-glacial como es el caso del suelo Matabritos y Panimávida.

La zona del llano central entre los ríos Claro y Maule, está constituida por terrazas altas, generalmente con substratum de tobas en profundidad media a delgada, en una topografía anastomosada. Los suelos más representativos son: San Rafael, Mariposas y Cumpeo, los cuales presentan problemas de drenaje interno.

Entre los ríos Maule y Perquilauquén, se presentan suelos de origen aluvial con pedregosidad variable en superficie y perfil, y de profundidad que varía de delgada a media. Las series de suelo más representativas en este sector, son las series de suelo Achibueno, San Javier y Luicura.

Al oriente de la localidad de Longaví y Parral, los suelos poseen un substratum aluvial, caracterizados por una topografía plana, de suelos moderadamente profundos a profundos; son derivados de cenizas volcánicas recientes y no presentan evolución en sus perfiles. En el sector sur y sur – poniente de la localidad de Parral hasta los llanos al oriente de Cauquenes, se encuentra el suelo denominado Parral que posee un color pardo rojizo, topografía plana a suavemente ondulada; moderadamente profundo con substratum de toba ligeramente meteorizado lo que permite mejor drenaje.

En el sector de la Cordillera de la Costa, existen terrazas remanentes como el suelo Maule; lomajes y cerros graníticos del suelo Cauquenes; lomajes y piedemontes porfiríticos del suelo Pocillas y sedimentos coluviales de valles intermontanos. Al borde de los cursos de agua hay depósitos recientes constituidos por sedimentos tanto graníticos como porfiríticos de los cerros que rodean los valles, siendo su característica principal el ser estratificados, planos, profundos, de mal drenaje interno y con alto contenido de cuarzo y mica.

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

### 2.3.1 Flora terrestre y acuática

La cuenca del río Maule está comprendida dentro de la zona Mesomórfica la que incluye las siguientes formaciones vegetacionales:

- Estepa Acacia Caven (Espino): se extiende a través del valle Longitudinal hasta la región del Laja; en este sector la especie arborecente más importante es la Acacia Caven asociada a arbustos y pequeños árboles que están asociados a una vegetación herbácea con especies de los géneros Stipa, Bromus, Nassella, Mélica, Valeriana, entre otras. Se incluye en esta formación la asociación de Jubaea Chilensis.
- Estepa Costera de arbustos y yerbas mesófitas: esta formación se extiende desde los 31° hasta los 34° de latitud sur por las planicies costeras y terrenos antepuestos de la Cordillera de la Costa. el aspecto general es de una estepa enmarañada con una rica cubierta herbácea de carácter primaveral. Las catáceas son frecuentes; los matorrales en los fondos de quebradas están formados por: Drimis Winteri, Myrceugenia Pitra, Bodea Boldus y helechos como Lomaria y Pegopteris.
- Formación de los matorrales arborecentes de la Cordillera de la Costa: generalmente forma tres estratos de vegetación: arbórea, arbustiva y tapiz de hierbas anuales y perennes. Se extiende desde los 30°50' hasta los 36°36' de latitud sur.
- Matorrales espinosos subandinos: formación que se desarrolla desde los 32° de latitud sur, entre los 600 y 1.300 metros de altitud. Las especies más importantes son: Quillaja saponaria, lithraea cáustica, Prosopis chilensis, Myrceugenia chequén, Maytenus boaria, Crinodendron patagua y Cryptocraria rubra.
- Formación Xeromórfica andina: caracterizada por pequeños arbustos, plantas en cojines en una cubierta rala. Su altitud varía entre los 2.000 y 4.000 metros en el sector septentrional y 2.100 a 2.800 metros en la parte

sur. Las especies arbustivas más importantes son: *Fabiana imbricata*, *Ephedra andina* y representantes del género *Adesmia* y *Berberis*.

- Matorral Costero Mesomórfico: formación que se desarrolla desde los 34° a 37° de latitud sur adosado a la costa como una faja de matorrales.
- Bosque abierto andino sin coníferas: Entre los 600 y 1.200 metros de altitud por pendientes extensas de Los Andes, se desarrolla un bosque mixto en el cual el roble, coihue y olivillo se encuentra formando asociaciones importantes. Esta formación se encuentra desde los 35° de latitud sur.
- Matorral Preandino de hojas lauriformes: formación de carácter mesofítico emplazada en sectores de pendientes inferiores de la Cordillera de Los Andes entre los 34° y 38° latitud sur. Las especies dominantes son: *Fabiana imbricata*, *Colletia espinosa*, *Ephedra andina* y *Retamilla ephedra*.
- Bosque transicional o Maulino: se desarrolla entre los 34°55' y 37°20' de latitud sur, de carácter boscoso presente en la cordillera de la Costa. las especies dominantes son: *Nothofagus obliqua*, *N. Dombeyi*, *N. Alessandri*, *N. Leoni*, *Persea Lingue*, *Aextoxicum punctatum*, *Drimys Winteri*, entre otras.

Las especies de flora acuática descritas para la cuenca del río Maule, son aquellas identificadas en el sector alto, específicamente en la subcuenca del río Ancoa. Entre las especies más frecuentes se encuentra la especie nativa *Eleocharis sp* y *Myriophyllum aquaticum*. En la tabla siguiente se incluyen todas las especies identificadas en el río Ancoa, el nombre común, su estado de conservación y el origen de la especie.

**Tabla 2.2: Flora acuática presente en la subcuenca del río Ancoa**

Nombre científico	Nombre común	Estado	Origen
<i>Alisma plantago acuatica</i>	Llantén de agua	No corresponde	Exótico
<i>Amaranthus deflexus</i>	Bledo	No listada	Nativo
<i>Anagallis arvensis</i>	Pimpinela Azul	No corresponde	Exótico
<i>Anthemis cotula</i>	Manzanillón	No corresponde	Exótico
<i>Astragalus berterianus</i>	Hierba loca	No listada	Nativo
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsita de pastor	No corresponde	Exótico
<i>Chamaemelum mixtum</i>	Manzanillón	No corresponde	Exótico
<i>Chamomilla suaveolens</i>	Manzanilla	No corresponde	Exótico
<i>Clarkia tenella</i>	Huasita	No listada	Nativo
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correjuela	No corresponde	Exótico
<i>Coronopus didymus</i>	Yerba hedionda	No listada	Nativo
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	No corresponde	Exótico
<i>Cyperus rotundus</i>	Chufa roja	No corresponde	Exótico
<i>Datura stramonium</i>	Chamico	No corresponde	Exótico
<i>Eleocharis sp</i>	Eleocharis	No listada	Nativo
<i>Elodea chilensis</i>	Luche	No listada	Nativo
<i>Equisetum bogotense</i>	Yerba del platero	No listada	Nativo
<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo	No corresponde	Exótico
<i>Erodium moschatum</i>	Loiquilahuen	No corresponde	Exótico
<i>Euphorbia peplus</i>	Pichoga	No listada	Nativo
<i>Flaveria bidentis</i>	Contrahierba	No listada	Nativo
<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	No corresponde	Exótico
<i>Fumaria agraria</i>	Hierba de la culebra	No corresponde	Exótico
<i>Galega officinalis</i>	Galega	No corresponde	Exótico
<i>Galium aparine</i>	Lengua de gato	No corresponde	Exótico
<i>Gastroidium ventricosum</i>	ND	No corresponde	Exótico
<i>Geranium berterianum</i>	ND	No listada	Nativo
<i>Juncus stipulatus</i>	Junquillo	No listada	Nativo
<i>Jussiaea repens</i>	Meliculul	No listada	Nativo
<i>Lamium amplexicaule</i>	Gallito	No corresponde	Exótico
<i>Lapsana communis</i>	Lapsana	No corresponde	Exótico
<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Romerillo	No corresponde	Exótico
<i>Madia sativa</i>	Melosa	No listada	Dudoso

**Tabla 2.2 (Contaminación): Flora acuática presente en la subcuenca del río Ancoa**

Nombre científico	Nombre común	Estado	Origen
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	No corresponde	Exótico
<i>Mentha aquatica</i>	Hierba buena	No corresponde	Exótico
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pinito de agua	No listada	Nativo
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	No corresponde	Exótico
<i>Oxalis aff. mallobolba</i>	Flor de mayo	No listada	Nativo
<i>Oxalis laxa</i>	Vinagrillo amarillo	No corresponde	Exótico
<i>Oxalis micrantha</i>	Vinagrillo	No listada	Nativo
<i>Paspalum dasyleprium</i>	Maicillo	No listada	Nativo
<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén menor	No corresponde	Exótico
<i>Plantago major</i>	Llantén menor	No corresponde	Exótico
<i>Poligonum persicaria</i>	Duraznillo	No corresponde	Exótico
<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria	No corresponde	Exótico
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Huiro	No listada	Nativo
<i>Potamogeton pusillis</i>	Espiga de agua	No corresponde	Exótico
<i>Potamogeton strictus</i>	Potamogeto	No listada	Nativo
<i>Raphanus sativus</i>	Rabano	No corresponde	Exótico
<i>Rapistrum rugosum</i>	Rapistro	No corresponde	Exótico
<i>Rumex crispus</i>	Romaza	No corresponde	Exótico
<i>Spergula arvensis</i>	Espérgula	No corresponde	Exótico
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León	No corresponde	Exótico
<i>Trifolium angustifolium</i>	Trébol	No corresponde	Exótico
<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rosado	No corresponde	Exótico
<i>Trifolium repens</i>	Trébol	No corresponde	Exótico
<i>Veronica anagallis agmatica</i>	Nomeolvides	No corresponde	Exótico
<i>Veronica persica</i>	Canchalagua	No corresponde	Exótico
<i>Vicia sativa</i>	Arvejilla	No corresponde	Exótico
<i>Vicia villosa</i>	Arvejilla	No corresponde	Exótico

[Ref. 2.5]

### 2.3.2 Fauna acuática

La Tabla siguiente, resume la información acerca de la riqueza de especies ícticas y su estado de conservación en la cuenca del río Maule.

**Tabla 2.3: Fauna íctica presente en la cuenca del río Maule**

Nombre común	Nombre científico	Origen
Pejerrey	<i>Basilichthys australis</i>	Nativo
Puye	<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Nativo
Pocha	<i>Cheirodon australis</i>	Nativo
Pocha	<i>Cheirodon galusdae</i>	Nativo
Tollo de agua dulce	<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Nativo
Puye	<i>Galaxias maculatus</i>	Nativo
Gambusia	<i>Gambusia affinis</i>	Introducido
Gambusia	<i>Ictalurus nebulosus</i>	Introducido
Pejerrey	<i>Odontesthes maleanum</i>	Nativo
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Introducido
Carmelita	<i>Percichthys trucha</i>	Nativo
Carmelita	<i>Percilia irwini</i>	Nativo
Trucha marrón	<i>Salmo trutta</i>	Introducida
Bagre	<i>Trichomycterus aereolatus</i>	Nativo
Bagre	<i>Trichomycterus chiltoni</i>	Nativo

Ref [2.5]

## 2.4 Sistemas Humanos

### 2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Maule abarca prácticamente la totalidad de la VII Región del Maule. A nivel provincial, contempla las provincias de Ñuble, Talca, Linares y Cauquenes.

La superficie total de la cuenca es de 2.107.495 Ha equivalentes al 70% de la Región.

Los asentamientos humanos de mayor importancia según el número de habitantes se incluyen en la tabla 2.4, entre ellos destacan la ciudad de Talca, Linares, Cauquenes y Parral. Constitución.

**Tabla 2.4: Principales Asentamientos Humanos de la cuenca del río Maule**

Nombre Asentamiento	Población Total 2002	Población Total Urbana 2002	Cauce asociado a Localidad
Talca	201.797	193.755	Río Claro
Linares	83.249	68.224	Río Ancoa – Achibueno
Cauquenes	41.217	30.771	Río Cauquenes
Constitución	46.081	37.202	Río Maule
Parral	37.822	26.397	Río Perquilauquén

[Ref 2.6]

Nota: La información proporcionada por el censo 2002 corresponde a nivel de comuna y no de ciudad.

#### 2.4.2 Actividades económicas

La principal actividad económica de la cuenca es la actividad agropecuaria, siguiendo en importancia la actividad industrial y el comercio.

La agricultura de la cuenca es una agricultura típica de clima templado caracterizado por veranos cálidos, inviernos secos, fríos y húmedos. Esta situación hace que los cultivos deban desarrollarse bajo condiciones de regadío.

Los cultivos que ocupan mayor superficie en la cuenca corresponden a los cultivos anuales, permanentes y praderas artificiales, de los cuales la mayoría se desarrolla en condiciones de riego y una mínima parte en secano. El resto de la superficie de la cuenca está ocupada principalmente por pastos, bosque y montes naturales.

La actividad industrial se concentra principalmente en las ciudades de Talca, Linares, Constitución y Parral, está principalmente ligada a la industria manufacturera que en esta zona se caracteriza prioritariamente por su papel transformador de la producción agropecuaria.

Otro grupo importante presente en la cuenca corresponde a las Empresas Forestales, donde se incluyen los rubros aserradero, celulosa y fábrica de cartulinas, las que se localizan principalmente en el área costera de la comuna de Yervas Buenas.

## 2.5 Usos del Suelo

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

**Tabla 2.5: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Maule**

Cuenca del río Maule (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
2.107.495	Praderas	84.380	4
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	461.305	21,9
	Plantaciones forestales	198.336	9,4
	Áreas urbanas e industriales	7.394	0,4
	Minería Industrial	194	0,01
	Bosque nativo y bosque mixto	258.841	12,3
	Otros Usos*	713.094	33,8
	Áreas sin vegetación	383.951	18,2

\* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.7]

### 2.5.1 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 461.305 Ha equivalentes al 22% de la superficie total.

Los cultivos que ocupan mayor superficie en la cuenca corresponden a los cultivos anuales y permanentes.

Entre los cultivos anuales la mayor importancia la tienen los cereales, especialmente trigo y arroz, seguidos de las chacras (maíz, porotos, etc.) y de los cultivos industriales, especialmente remolacha. Las hortalizas tienen poca importancia en la zona y solamente se cultivan cerca de los mayores centros poblados.

Entre los cultivos permanentes la mayor importancia, en cuanto a superficie, la tienen las viñas, que se ubican tanto en suelos de riego como en secano. Los frutales sólo tienen una importancia secundaria.

## Maule

20.

### 2.5.2 Uso forestal

La superficie de suelo destinada al uso de tipo forestal, abarca una superficie de 198.336 Ha que corresponden al 9,4% de la superficie total de la cuenca. Destaca la superficie de bosque Nativo correspondiente a 252.014 Ha (12% de la superficie total).

Las provincias que poseen mayor superficie de plantaciones forestales corresponden a Constitución y Penco, según antecedentes al año 1997 (VI Censo Nacional Agropecuario). La principal especie plantada en esta zona corresponde al pino radiata.

### 2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca es reducido, sólo alcanza las 7.394 Ha equivalentes al 0,04% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales.

La población urbana se concentra mayoritariamente en la ciudad de Talca, principal centro urbano de la cuenca y en la ciudad de Linares, con un total aproximado al año 2002 de 193.755 y 68.224 habitantes respectivamente. Cabe señalar que la información proporcionada por el censo 2002 corresponde a nivel de comuna y no de ciudad. Las ciudades de Cauquenes, Constitución y Parral pese a contar con un número inferior de población, poseen más del 50% de población urbana.

La ciudad de Talca, capital regional, se emplaza en el sector centro - norte de la cuenca en la cual se concentra un número importante de población y servicios básicos. Constituye el principal centro socio – económico e institucional de la cuenca, así como importante centro cultural.

### 2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplazan en la cuenca, corresponden a:

- Reserva Nacional Los Bellotos del Melado
- Reserva Nacional Radal Siete Tazas
- Reserva Nacional Altos del Lircay

Los sitios de conservación de la biodiversidad existentes en la cuenca, se incluyen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.6: Áreas de Conservación de la Biodiversidad**

Nombre del sitio	Característica del ecosistema
Laguna Dial	La vegetación característica del entorno corresponde a especies achaparradas entre los que se puede encontrar al michai, té de bueno, chacal y espinillo o neneo.
Bosques nativos de Digua y Bullileo	Bosque maulino de la cordillera. Alta concentración de especies en peligro de extinción. Alta diversidad de ecosistemas de bosques mediterráneos y templados lluviosos. Posiblemente la mayor diversidad de robles en Chile.
Altos de Achibueno	Bosque maulino de la cordillera. Lugar de alta biodiversidad ecosistemas y paisajística, conteniendo humedales altoandinos. Presencia de bosque primario ritmo de alta complejidad y presencia de especies en categorías de conservación.
Bosques de Vaquería	Presencia de matorrales, bosques de litre, espino, boldo y peumo
Humedal Relictual cruce Constitución panamericana	Presencia de Bosque esclerófilo maulino
Laguna La Invernada	Presencia de Estepa alto - andina del Maule
Nacimiento Río Barroso	Presencia de Estepa alto - andina del Maule
Pichaman	Presencia de Bosque caducifolio maulino
Lomas de Putagán	ND
Laguna del Maule	ND
Cerros de Cumpeo	ND
Bosques del Colorado y Bramadero	ND
Vegas de Ancoa	ND
Laguna de Alto Ancoa y Achibueno	ND
Ampliacion Norte RN Radal - Agua Fria	ND
Unión Reserva Nacional Alto del Lircay – Radal Laguna Mondaca	
Picazo El Piojo	
Ampliación Reserva Nacional Las Bellotas	

[Ref 2.8]

ND: información no disponible.

### 3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS

#### 3.1 Información Fluviométrica

La información utilizada para la realización del presente estudio hidrológico ha sido proporcionada por el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la Dirección General de Aguas. El detalle para la cuenca del río Maule es el siguiente:

**Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del río Maule**

Nombre	Período de Registro
RÍO PERQUILAUQUÉN EN SAN MANUEL	1930 – 2002
RÍO PERQUILAUQUÉN EN ÑIQUÉN	1967 – 2002
RÍO PERQUILAUQUÉN EN QUELLA	1963 – 2000
ESTERO CURIPEUMO EN LO HERNÁNDEZ	1968 – 2002
RÍO CAUQUENES EN EL ARRAYÁN	1945 – 2002
RÍO PURAPEL EN NIRIVILO	1957 – 2002
RÍO LONGAVÍ EN EL CASTILLO	1964 – 2002
RÍO LONGAVÍ EN LA QUIRIQUINA	1937 – 2002
RÍO LONCOMILLA EN BODEGA	1967 – 2002
RÍO ANCOA EN EL MORRO	1952 – 2002
RÍO ACHIBUENO EN LA RECOVA	1986 – 2001
RÍO PUTAGÁN EN YERBAS BUENAS	1946 – 2002
RÍO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	1975 – 2000
RÍO MAULE EN ARMERILLO	1947 – 1982
RÍO MAULE EN LONGITUDINAL	1962 – 2001
RÍO CLARO EN CAMARICO	1936 – 2002
RÍO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS	1961 – 2002
RÍO CLARO EN TALCA	1958 – 1997

El régimen del río Maule varía a lo largo de su desarrollo, es nival – pluvial en la parte alta de su cuenca, lo que queda caracterizado por la estación fluviométrica Maule en Armerillo, luego adopta un régimen mixto en su parte media, antes de la junta con el río Loncomilla en la estación Maule en Longitudinal, para finalmente adoptar un régimen pluvial en su parte baja, debido a la influencia del río Loncomilla, el cual tiene un régimen claramente pluvial.

Los principales afluentes del río Maule, el Loncomilla y el Claro, tienen regímenes pluviales.

Para el análisis hidrológico de la cuenca del río Maule se han considerado dos grupos de estaciones. El primero, de régimen pluvial, incluye las estaciones de los ríos Loncomilla, Perquilauquén, Longaví, Cauquenes, Purapel, Lircay, Putagán, Ancoa, Achibueno, Claro y estero Curipeumo. El segundo grupo, de régimen mixto, está compuesto por las dos estaciones del río Maule.

- Grupo 1; Régimen Pluvial: Este grupo está conformado por todas las estaciones fluviométricas de esta cuenca, salvo las del río Maule.
- Grupo 2; Régimen Mixto: Dos estaciones componen este grupo, ambas ubicadas en el río Maule. El régimen es mixto, pero en Maule en Armerillo, ubicada en la parte alta de la cuenca, se observa mayor influencia nival que pluvial.

**Tabla 3.2: Grupos de Estaciones Fluviométricas**

	Régimen	Nombre Estación
1	Pluvial	RÍO PERQUILAUQUÉN EN SAN MANUEL
2		RÍO PERQUILAUQUÉN EN ÑIQUÉN
3		RÍO PERQUILAUQUÉN EN QUELLA
4		RÍO LONGAVÍ EN EL CASTILLO
5		RÍO LONGAVÍ EN LA QUIRIQUINA
6		ESTERO CURIPEUMO EN LO HERNÁNDEZ
7		RÍO CAUQUENES EN EL ARRAYÁN
8		RÍO PURAPEL EN NIRIVILO
9		RÍO LONCOMILLA EN BODEGA
10		RÍO LONCOMILLA EN LAS BRISAS
11		RÍO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS
12		RÍO CLARO EN TALCA
13		RÍO PUTAGÁN EN YERBAS BUENAS
14		RÍO ANCOA EN EL MORRO
15		RÍO CLARO EN CAMARICO
16		RÍO ACHIBUENO EN LA RECOVA
17	Mixto	RÍO MAULE EN ARMERILLO
18		RÍO MAULE EN LONGITUDINAL

Se escogieron tres estaciones patrones con el objetivo de completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas que mostraran un corto e incompleto registro. En un caso en particular se realizaron correlaciones entre dos estaciones de distintos grupos para poder completar sus registros, como es el caso de la estación Maule en Armerillo, que se completó con Claro en Camarico. En el grupo Pluvial, además de su estación patrón, se utilizó una estación patrón secundaria, Cauquenes en el Arrayán, para poder completar las estaciones Purapel en Nirivilo, Loncomilla en Bodega y Loncomilla en Las Brisas, debido a las buenas correlaciones existentes entre ellas.

Las estaciones seleccionadas como patrones se han escogido en base a su longitud y calidad de registros. Las estaciones patrones son Perquilauquén en San Manuel, Lircay en puente Las Rastras y Maule en Armerillo.

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

### 3.2 Usos del Agua

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.
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP 1996.
- “Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento”, Ricardo Edwards – Ingenieros Ltda. para DGA, MOP octubre 1991.
- “Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la VII Región del Maule”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP, octubre 2002.

#### 3.2.1 Usos in – situ

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

##### a) Acuicultura

La acuicultura es la actividad organizada por el hombre que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos, cualquiera sea su finalidad. Tratándose de las aguas continentales superficiales, corresponde a la Subsecretaría de Pesca informar sobre la existencia de zonas destinadas a la acuicultura. En este acápite se consideran sólo las

## Maule

26.

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 registradas por la Subsecretaría de Pesca.

### b) Pesca deportiva y recreacional

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

Las principales áreas donde se desarrolla esta práctica en la cuenca del Maule son:

- La zona cordillerana de la provincia de Talca, donde se ubica la Reserva Nacional Siete Tazas. Sin embargo no se dispone de información para la ubicación exactas de los puntos donde se lleva a cabo esta actividad.
- El embalse Colbún, donde típicamente se pescan salmones y truchas.
- La laguna del Maule.
- Pesca deportiva en Armerillo.
- Sector pejerrey en el río Achibueno

En la cuenca del río Maule se encuentran las pisciculturas de la zona de La Suiza, Laguna Las Termas y estero Perquín.

- Pesca deportiva en Laguna Dial
- Río Melado

### 3.2.2 Usos extractivos

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

#### a) Riego

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

A continuación se presenta una tabla con la infraestructura de riego de la cuenca del Maule [Ref. 3.3]:

**Tabla 3.3: Canales matrices y superficie regada (Has)**

Fuente	Nº Canales matrices	Sup. Regada (Has)
Río Maule	508	118263
Río Claro	104	20938
Río Loncomilla	14	448
Río Longaví	103	21672
Río Putagán	147	6950
Río Ancoa	90	1958
Río Achibueno	245	16440
Río Perquilauquén	179	5678
Río Ñiquén	140	4569

Además de estos ríos, en la cuenca del Maule existen tres conjuntos de obras de infraestructura de regadío que captan, conducen y distribuyen recursos de agua. Éstos son:

- Sistema Melado: Permite trasvasar recursos de agua desde el río Melado, afluente del río Maule, a los ríos Ancoa, Putagán y Achibueno, para reforzar

y otorgar seguridad de riego a las áreas situadas bajo la influencia de los ríos mencionados.

- Sistema Melozal: Distribuye recursos para el riego del valle Melozal, situado al poniente del río Loncomilla. Su cauce principal, el estero Manantiales, drena hacia el río Maule.
- Sistema Digua: Utiliza recursos de tres fuentes, ríos Longaví, Cato y Perquilauquén, para abastecer y mejorar la seguridad de riego de una zona extensa ubicada en el límite sur de la cuenca del Maule.

A continuación se muestra en la tabla más información en relación a estos sistemas:

**Tabla 3.4: Canales y superficie regada (Has)**

Fuente	NºCanales	Superficie Regada Has.
Sistema Melado	50	19347
Sistema Melozal	1	3948
Sistema Digua	13	4570

[Ref. 3.3]

La demanda de agua destinada a riego el año 1993 correspondía a 137,910 m<sup>3</sup>/seg. [Ref. 3.2]

b) Captación para agua potable

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

Las fuentes de abastecimiento de agua potable en la cuenca del Maule se encuentran en las mismas ciudades. Sin embargo sólo se han logrado ubicar cuatro captaciones en forma gráfica, extraídas de las bases de datos de la DGA.

Los volúmenes de producción y las demandas netas de agua potable estimadas el año 2017 para las diferentes ciudades se muestran a continuación:

**Tabla 3.5: Producción y demanda neta de agua potable 1992**

Localidad	Producción total (l/s)	Consumo total (m <sup>3</sup> /año) (*10 <sup>3</sup> )
Talca	895,3	626,56
Linares	207,84	166,27
Constitución	104,21	78,16
Cauquenes	90,16	63,18
Parral	78,87	55,27
Molina	52,74	42,54
San Javier	49,93	37,45
San Clemente	41,55	31,16
Quirihue	29,94	22,45
Lomgaví	28,76	21,57
Retiro	13,98	10,48
San Rafael	15,43	11,57
Villa Alegre	14,18	10,64
Colbún	11,87	8,9
Cumpeo	7,89	5,92
Maule	6,54	4,9
Panimávida	6,38	4,78
Casablanca	6,09	4,57
Pelarlo	5,42	4,07

Así, la producción total en la cuenca del Maule estimada al 2017 es de 1.667,07 l/s, mientras que la demanda, incluyendo los sectores residenciales e industriales, es de 1.210,43 l/s [Ref. 3.1]

c) Generación de energía eléctrica

Con información vigente hasta el año 1996, la cuenca del Maule cuenta con seis centrales construidas:



**Tabla 3.6: Centrales hidroeléctricas de la cuenca del Maule**

Central	Potencia instalada MW	Utilización de recursos	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /s	Tipo de Central
Cipreses	101	Río Cipreses	22	Embalse
Isla	68	Ríos ñáñáñis y Maule	69.4	Pasada en espuela
Pehuenche	500	Ríos Maule y Melado	196	Embalse
Colbún	400	Río Maule	193	Embalse
Machicura	90	Aguas de la central Colbún	193	Embalse
Curillinque	85	Río Maule	66.5	Pasada
Loma Alta	38	Río Maule	--	Pasada
San Ignacio	37	Río Maule	--	Pasada

[Ref. 3.1]

## d) Actividad industrial

En la cuenca del río Maule funcionaban hasta 1996 alrededor de cuarenta industrias, la mayoría de las cuales se dedica la rubro alimenticio, específicamente a la elaboración y tratamiento de productos agrícolas.

Dentro del elevado número de industrias destacan la planta de IANSA en Linares y la celulosa Arauco y Constitución S.A. que se abastece del río Maule cerca de la desembocadura.

La mayor concentración de industrias está en la subcuenca de los ríos Claro-Talca y Loncomilla, específicamente en torno al estero Piduco cerca de Talca y río Putagán cerca de Linares.

En la siguiente tabla se resumen los rubros industriales que se localizan en esta cuenca con sus respectivas demandas de agua industrial para 1996:

**Tabla 3.7: Demandas industriales en la cuenca del río Maule 1996**

Rubro	Demanda bruta (l/s)			
	Subcuenca río Perquilauquén	Subcuenca río Loncomilla	Subcuenca río Claro	Subcuenca río Maule bajo*
Producción de vinos y licores	-	-	8	-
Procesamiento de carnes	<1	-	9	-
Alimentación, conservas y agroindustrias	2	666	101	-
Embotelladoras y cervecerías	-	-	10	-
Fabricación de Papel e Impresos y celulosa	-	-	24	444
Otros	-	4	7	<1
TOTAL	2	670	159	444

- Entre río Claro y desembocadura

[Ref. 3.1]

#### e) Actividad minera

A pesar de existir actividad minera en la cuenca, los procesos no utilizan agua. Por esta razón no existe una demanda significativa por parte de este sector.

#### 3.2.3 Biodiversidad

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

En la cuenca del Maule, el SNASPE contempla los siguientes sitios:

- Reserva Nacional Los Bellotos El Melado: Se ubica en la pre cordillera de la provincia de Linares, comuna de Colbún. Su extensión es de 417 Ha. En la flora destaca el belloto del sur, especie en peligro de extinción y que no está en ninguna otra área silvestre protegida por el Estado. Se encuentra además, el roble maulino, roble, coigüe, ciprés de la cordillera, peumo, litre, quillay y avellano. En la fauna las aves son las más abundantes, encontrándose el carpintero negro, pitío, loro trichahue, águila, viudita, fio fio, cata, tiuque y chercán.

- Reserva Nacional Siete Tazas: Se localiza en el límite de las provincias de Curicó y Talca, abarcando gran parte de las comunas de Molina, Pelarco y San Clemente con una superficie de 5026 Ha. Cuenta con la presencia de especies arbóreas con problemas de conservación, como el ciprés de la cordillera, la luma blanca, el maitén de Chubut, el hualo, la huala y el huillipatagua.
- Reserva Nacional Altos de Lircay: Se ubica en la provincia de Talca, comuna de San Clemente. Su superficie es de 12163 Ha. Posee un microclima con alta pluviometría que permite la existencia de una nutrida flora nativa compuesta por hualo, coigüe, roble, lenga y copihue, entre otras, además de una atractiva fauna de aves y mamíferos.

En cuanto a la “Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad en la VII Región del Maule” se debe revisar la información entregada en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”, los sitios prioritarios de conservación de la biodiversidad aparecen identificados en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”.

#### 3.2.4 Usos ancestrales

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

#### 3.2.5 Conclusiones

En la lámina 1940-MAU-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 3.8, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.8 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en él, permiten tener una visión más global de la cuenca.



**Tabla 3.8: Usos de agua por segmento en la cuenca del Maule**

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad *	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Claro	0737CL10		•	•					•	
	0737CL20			•					•	
	0737CL30									
	0737CL40			•			•			
	0737CL50									
Río Lircay	0737LI10			•					•	
Río Claro	0732CR10			•					•	
Río Maule	0730MA10		•						•	
	0730MA20			•		•				
	0732MA10			•		•				
	0732MA20			•		•			•	
	0736MA10									
	0738MA10								•	
	0738MA20						•			
Río Putagán	0735PT10			•			•		•	
	0735PT20			•						
Río Ancoa	0735AN10			•	•				•	
Río Achibueno	0735AC10			•					•	
	0735AC20			•					•	
	0735AC30			•						

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

**Tabla 3.8 (Continuación): Usos de agua por segmento en la cuenca del Maule**

Cauce	Segmento	Usos in situ			Extractivos				Biodiversidad	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Loncomilla	0735LN10			•						
	0735LN20			•						
	0735LN30									
Río Longaví	0735LO10								•	
	0735LO20			•					•	
	0735LO30			•						
Río Perquilauquén	0733PE10									
	0733PE20			•						
	0733PE30			•						
	0733PE40			•						
	0734PE10									
Est. Curipeumo	0734PE20			•						
	0733CU10			•						
Río Cauquenes	0733CA10									
	0733CA20									
	0733CA30									
Río Purapel	0734PU10									
	0734PU20									
Est. Los Puercos	0738PR10									
Río Melado	0730ME10									

[Ref 3.1]

### 3.3 Descargas a Cursos de Agua

#### 3.3.1 Descargas de Tipo Domiciliario

La cuenca del río Maule posee una población urbana total estimada de 436.329 habitantes al año 2001, según antecedentes de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Del total de población urbana presente en la cuenca, el 99,6% posee servicios de cobertura de agua potable y un 95% cobertura de alcantarillado. La Empresa Sanitaria que proporciona estos servicios, corresponde a AGUAS NUEVO SUR S.A.

Además de estos servicios, la empresa provee a la población de San Clemente y Longaví, con servicios de tratamiento de aguas servidas. El resto de los asentamientos humanos presentes en la cuenca, no poseen tratamiento.

A continuación, en la tabla 3.9 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad. Los valores de concentración de los parámetros característicos de las aguas servidas, son aquellos estipulados en el Decreto N° 90/00, en el cual se incluyen como límite máximo permisible

Tabla 3.9: Descargas de Aguas Servidas

Localidad Atendida	Segmentos Asociados a las descargas	Cuerpo receptor	Empresa de Servicios Sanitarios	Cobertura de Tratamiento de aguas servidas (%)	Población urbana total estimada (hab)	Población estimada saneada (hab)	Planta de tratamiento	Nombre planta	Caudal (l/s)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Ph	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	A y G (mg/l)	Cu Total (mg/l)	Fe disuelto (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Talca	0737CL50	Río Claro	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	188.904	186.325	NO	SP	345,0	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Linares	0735AC30	Río Achibueno	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	70.426	68.433	NO	SP	126,7	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Cauquenes	0733CA20	Río Cauquenes	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	36.428	34.512	NO	SP	63,9	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Constitución	0738MA30	Río Maule	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	30.675	28.478	NO	SP	52,7	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Parral	0733CU10	Estero Curipeumo	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	28.810	26.776	NO	SP	49,6	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Molina	0737CL20	Río Claro	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	23.799	21.845	NO	SP	40,5	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Pelarco	0737LI20	Río Lircay	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	2.309	1.932	NO	SP	3,6	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
San Clemente	0732MA40	Río Maule	Aguas Nuevo Sur S.A.	89,6	13.946	12.500	SI	Laguna aireada San Clemente	23,1	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
San Javier de Loncomilla	0735LO40	Río Loncomilla	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	21.914	19.797	NO	SP	36,7	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Villa Alegre	0735LO30	Río Loncomilla	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	7.819	5.957	NO	SP	11,0	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Yerbas Buenas	0735PU10	Río Putagán	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	1.888	1.562	NO	SP	2,9	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Longaví	0735LO30	Río Longaví	Aguas Nuevo Sur S.A.	63,5	5.879	3.733	SI	Laguna aireada Longaví	6,9	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03
Retiro	0735LO20	Río Longaví	Aguas Nuevo Sur S.A.	0	3.532	3.026	NO	SP	5,6	< 35	6,0 – 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03

## NOTAS:

- Nd: información no disponible.
- SP: Sin planta de tratamiento.
- La información de población Urbana 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 AGUAS NUEVO SUR S.A. Si los efluentes de aguas servidas cumplen con el Decreto N° 90/00 MINSEGPRES, 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.

Maule

38.

### 3.3.2 Residuos Industriales Líquidos

En la tabla siguiente, se incluyen los establecimientos industriales emplazados en la cuenca del río Maule y los parámetros típicos que se deberían encontrar en sus efluente de acuerdo a su clasificación CIIU (incluidas en el Decreto N°609/98 MOPTT).

Maule

40.

Tabla 3.10: Residuos Industriales Líquidos

Industria	Comuna	Segmento Asociado a la Descarga	Cuerpo Receptor	CIU	Caudal (m <sup>3</sup> /mes)	PH	T	SS	SD	Aceites y Grasas	HC	DBO5	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH4	Pb	SO4	Zn	PE	B	Al	Mn
Agrícola Nova S.A. (alim congelados)	Linares	0735AC30	Río Achibueno	31131	10.500	6,3	*	*	*	*		*						*			*		7,0		*			
Cobra Chile S.A. (proc de algas)	Linares	0735AC20	Río Achibueno	13051	ND	6,7	12,2		60														25,7					
Agroindustrial Nacional S.A.	Linares	0735PU10	Río Putagán	31131	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			
Empresa Almacenadora de Combustibles Ltda.	Longavi	0735AC30	Río Achibueno	62101	ND																							
Fábrica de Papel y Cartón Schorr y Concha S.A.	Talca	0737CL40	Río Claro	34112	ND	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*		*			
Unifrutti Traders Ltda.	Linares	0735PU20	Río Putagán	31131	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			
Cía. Productora Exportadora Frutícola S.A.	Linares	Nd	Nd	31131	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			
Industria Azucarera S.A. Planta Linares	Linares	Nd	Nd	31181	ND	5,1	12,2		360																			
Curtiembre Mundo	Maule	Nd	Nd	32311	ND	*	*	*	*	*		*					*				*		*		*			
Curtiembre Maule	Maule	Nd	Río Maule	32311	ND	*	*	*	*	*		*					*				*		*		*			
Plantel Porcino Zaror	Río Claro	Nd	Río Claro	11125	ND	*		*				*						*			*							
Agro CEPIA S.A. (Procesadora de Hortalizas)	Talca	Nd	Nd	31131	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			
SPOMO fábrica de espuma	Talca	Nd	Nd	35132	ND																							
Carnes de Chile	Talca	Nd	Nd	31111	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			
Cartulinas CMPC	Yerbas Buenas	Nd	Nd	34112	ND																							
Agrisouth Services S.A.	San Javier	Nd	Nd	31131	ND	*	*	*	*	*		*						*			*				*			

NOTA Nd: Información no disponible.

Las celdas con asterisco, representan los parámetros típicos que se deberían encontrar en efluentes de cada industria de acuerdo a su clasificación CIU según Decreto N°90/00 MOP,

Las unidades de concentración de los parámetros físico – químicos están expresados en mg/L.

Maule

42.

### 3.3.3 Contaminación difusa por pesticidas

Aplicando la metodología para la estimación de la contaminación difusa, para la cuenca del río Maule y las subcuencas de los ríos: río Maule medio (0732), Perquilauquén alto (0733), Perquilauquén bajo (0734), Loncomilla (0735), Loncomilla y Claro (0736), Claro (0737) y Maule bajo (0738) se puede concluir que potencialmente existen algunos compuestos activos que podrían estar sobre el valor establecido para clase 1 en el Instructivo Presidencial. Estos serían: Aldicarb, Carbofurano, Trifluralina, Clorotalonil, dicoflop-Metil y Atrazina+S-Metalocloro.

En el anexo 3.2 se encuentra un cálculo de la estimación aproximada de los contaminantes que estarían presentes en las subcuencas antes señaladas.

## 3.4 Datos de Calidad de Aguas

### 3.4.1 Fuentes de Información

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

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1980-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Maule				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
<b>Río Maule</b>					
Aguas abajo del Medano	NO	31	21	2000-2002	4
En Armerillo	SI	32	20	1982-2002	59
En Colbún (*)	NO	12	6	1981-1984	14
En Desembocadura (*)	NO	13	7	1981-1984	14
En el Forel	NO	32	20	1985-2002	45

## Maule

44.

Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
En Longitudinal	SI	31	20	1982-2002	56
<b>Río Claro-Talca</b>					
De Talca en panamericana (*)	NO	11	5	1980	3
En Fuente de Agua	NO	31	20	1997-2002	10
En Rauquen	NO	32	20	1985-2002	44
En Talca	SI	32	20	1980-2002	61
<b>Río Claro-embalse Colbún</b>					
Antes junta Río Maule (*)	NO	18	10	1981-1989	31
<b>Río Lircay</b>					
En las Rastras (*)	SI	25	16	1981-1996	15
En Panamericana	NO	33	20	1980-2002	58
<b>Río Loncomilla</b>					
En Las Brisas	SI	32	20	1982-2002	56
<b>Río Cauquenes</b>					
En El Arrayán	SI	32	20	1982-2002	50
En Desembocadura	NO	32	20	1985-2002	43
<b>Río Perquilauquén</b>					
Antes Junta Estero Lavadero	NO	31	20	2000-2002	4
En Quella	SI	32	20	1980-2002	59
<b>Río Purapel</b>					
En Sauzal	NO	32	20	1981-2002	56
<b>Río Longavi</b>					
En La Quiriquina	SI	31	20	2000-2002	4
En Panamericana	NO	32	20	1980-2002	61
<b>Río Achibueno</b>					
En los Peñascos (*)	NO	13	7	1981-1984	15
En Panamericana	NO	32	20	1980-2002	48
En San Francisco (*)	NO	9	5	1980	1
<b>Río Putagán</b>					
En Bocatoma Canal Melozal	NO	32	20	1984-2002	43
En Panamericana (*)	NO	16	10	1980-1984	18
En Yervas Buenas (*)	SI	16	9	1982-1989	2

Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Periodo de Registro	Nº Registros
<b>Río Ancoa</b>					
En Llepo (*)	NO	12	6	1981-1984	15
<b>Parámetros medidos Instructivo</b>					
• Indicadores fisico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		NO	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

(\*) Estaciones de monitoreo suspendidas

- b) Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Maule, Prefactibilidad. Cedec, 1977.

Este estudio contiene información de calidad de aguas superficiales de la Cuenca del Río Maule. Los análisis presentados en este documento se basan en registros de monitoreos realizados por la DGA entre los años 1961 y 1977. Como información adicional a considerar se encuentra el registro puntual de los siguientes parámetros: color y nitritos, en los Ríos Lircay y Cauquenes.

- c) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

### 3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

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

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

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter

## Maule

46.

estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado éste proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Maule, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,05 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

Los límites físicos para los diferentes parámetros contenidos en la red de monitoreo no se vieron sobrepasados, por lo que no se eliminaron datos producto de éste 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 Maule 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), cadmio (<10 µg/l), mercurio (<1 µg/l) y plomo (<0.01 mg/l). Por lo tanto, estos parámetros no son posibles de considerar en posteriores análisis de la calidad del agua de la cuenca.

La Base de Datos Depurada que contiene la información disponible para análisis de la cuenca del río Maule, se incluye en el anexo 3.3 de tipo digital.

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

##### 4.1 Análisis de Información Fluviométrica

##### 4.1.1 Análisis por estación

##### a) Subcuenca del Claro

- Claro en Camarico

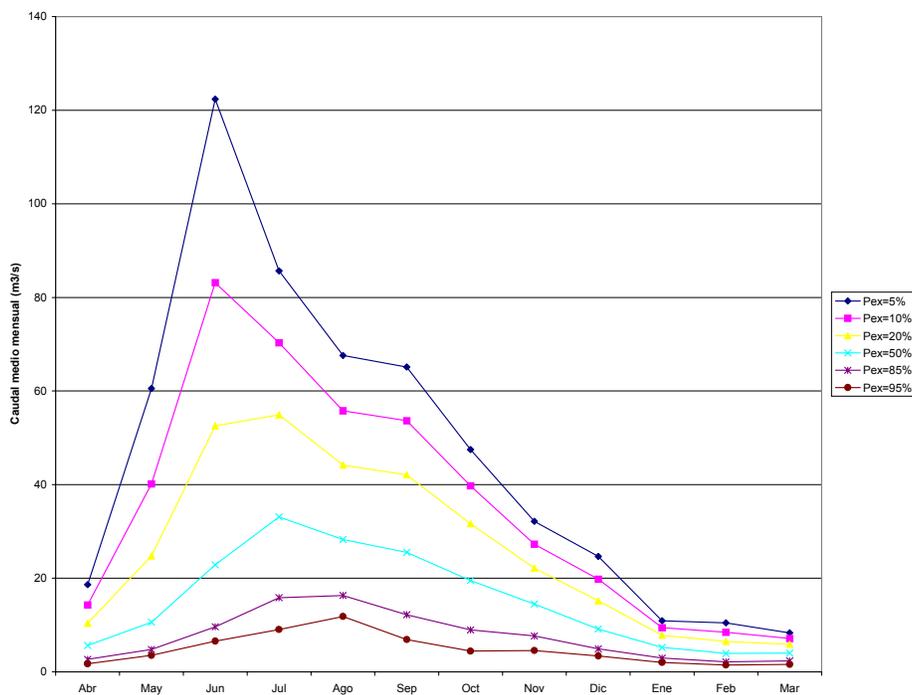
Está ubicada en el río Claro, aguas arriba de la estación Claro en Talca, a 220 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales se presentan entre junio y julio, producto de lluvias invernales.

Para años secos los mayores caudales se desplazan hacia julio y septiembre, para luego disminuir en los meses de primavera y verano.

**Tabla 4.1: Río Claro en Camarico (m<sup>3</sup>/s)<sup>1</sup>**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	18.612	60.562	122.353	85.692	67.610	65.125	47.484	32.143	24.652	10.902	10.477	8.304
10	14.293	40.154	83.165	70.307	55.766	53.655	39.734	27.260	19.803	9.418	8.433	7.112
20	10.380	24.761	52.551	54.903	44.163	42.089	31.661	22.170	15.188	7.802	6.484	5.870
50	5.632	10.600	22.869	33.091	28.277	25.529	19.496	14.481	9.147	5.232	3.924	3.994
85	2.652	4.759	9.603	15.839	16.328	12.213	8.944	7.652	4.898	2.938	2.113	2.328
95	1.704	3.518	6.556	9.031	11.826	6.877	4.413	4.553	3.394	1.986	1.469	1.572
Dist	L2	L3	L3	L3	L2	L3	L3	G	L2	G2	L2	G



**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Claro en Camarico**

<sup>1</sup> 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

- Claro en Talca

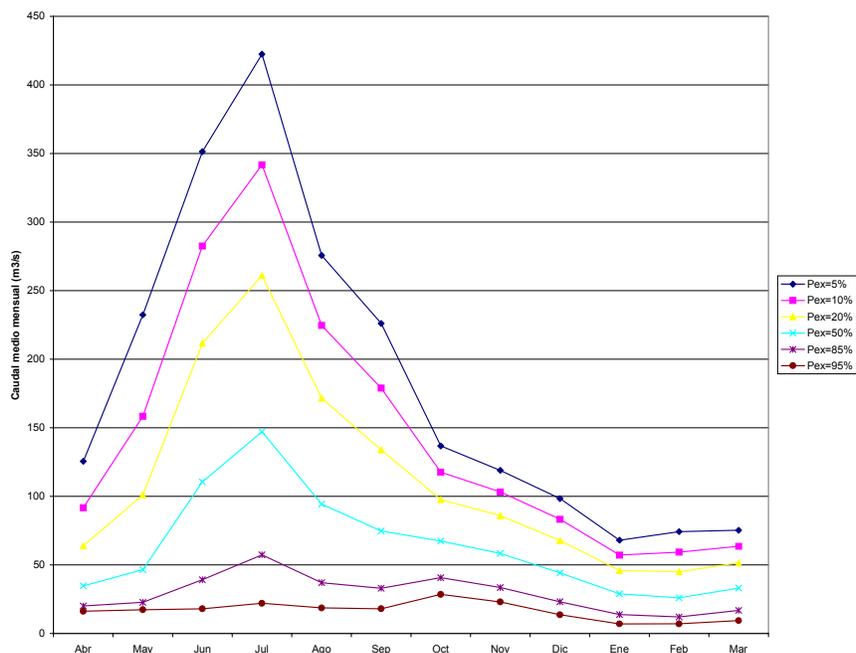
Se encuentra en el río Claro, afluente del Maule, a 150 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación muestra un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales se presentan entre junio y agosto, producto de lluvias invernales.

En años secos los caudales se distribuyen de manera más uniformes, salvo leves aumentos entre junio y agosto.

**Tabla 4.2: Río Claro en Talca (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	125.515	232.310	351.329	422.396	275.572	225.984	136.692	118.865	98.268	67.968	74.142	75.173
10	91.636	158.288	282.566	341.690	224.640	178.829	117.541	103.108	83.281	57.162	59.291	63.532
20	63.783	101.064	211.633	261.019	171.594	133.841	97.576	85.874	67.657	45.897	44.978	51.395
50	34.620	46.447	110.473	147.069	94.323	74.720	67.421	58.320	44.059	28.882	25.873	33.064
85	19.971	22.616	39.099	57.282	36.978	32.893	40.634	33.448	23.097	13.768	12.039	16.780
95	16.201	17.269	18.003	21.970	18.619	18.005	28.479	22.973	13.585	6.910	7.006	9.392
Dist	L3	L3	G2	L3	G2	L3	G	G2	G	G	L3	G



**Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Claro en Talca**

- Lircay en las Rastras

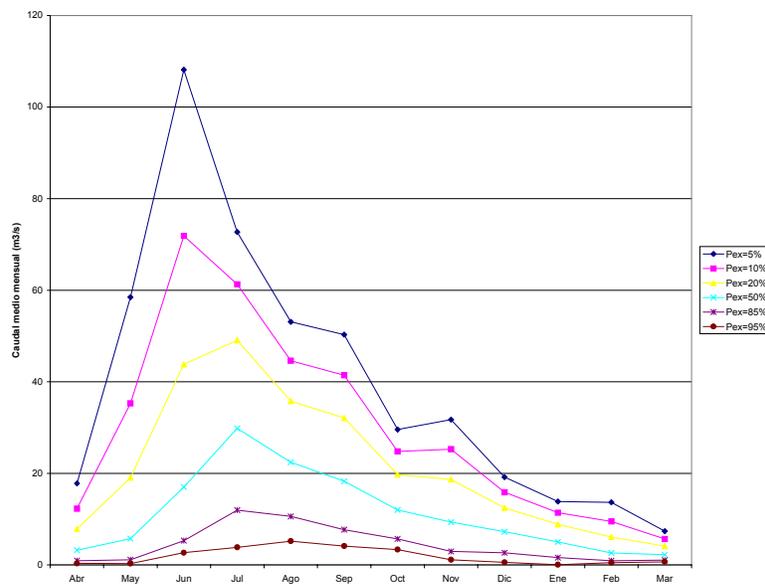
Se encuentra en el río Lircay, afluente del río Claro, a 240 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y julio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

En años secos los mayores caudales ocurren entre julio y septiembre, mientras que los menores se extienden desde noviembre a mayo.

**Tabla 4.3: Río Lircay en las Rastras (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	17.799	58.474	108.147	72.718	53.089	50.293	29.563	31.725	19.184	13.840	13.693	7.367
10	12.315	35.281	71.867	61.311	44.617	41.427	24.800	25.283	15.890	11.402	9.503	5.657
20	7.842	19.070	43.808	49.086	35.784	32.107	19.726	18.671	12.457	8.860	6.105	4.108
50	3.214	5.751	17.009	29.829	22.443	18.306	12.004	9.348	7.271	5.020	2.621	2.229
85	0.931	1.133	5.304	11.991	10.592	7.695	5.693	2.953	2.665	1.610	0.925	1.050
95	0.354	0.308	2.675	3.860	5.215	4.112	3.364	1.148	0.574	0.062	0.502	0.675
Dist	L3	L3	L2	L3	G	G2	G2	P3	G	G	L2	L2



**Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Lircay en las Rastras**

## b) Subcuenca del Perquilauquén

- Perquilauquén en San Manuel

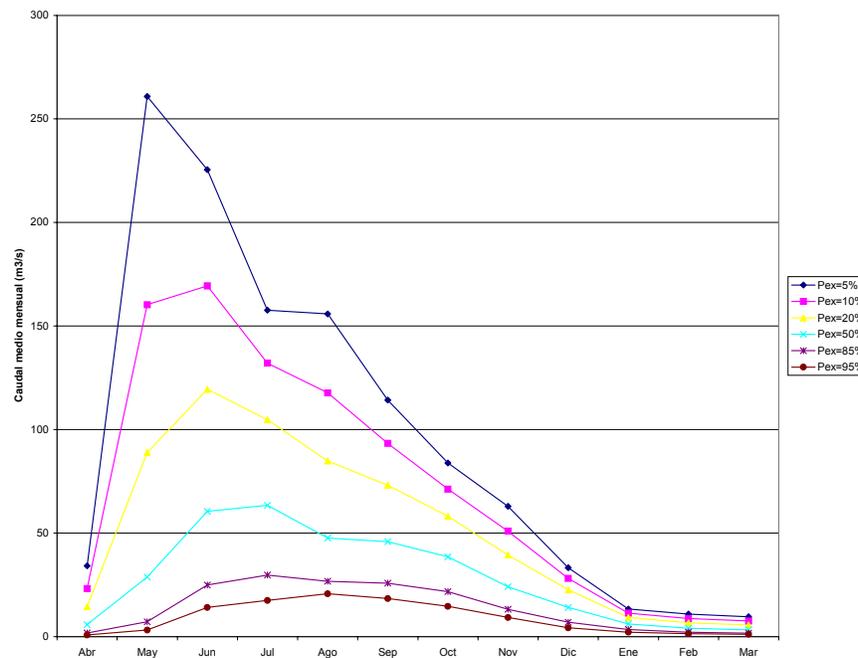
Esta estación se ubica en el río Perquilauquén, a 280 m s.n.m.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se aprecia un claro comportamiento pluvial, ya que los mayores caudales se presentan en meses de invierno, producto de precipitaciones en forma de líquida. En años húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y junio, mientras que los menores lo hacen entre enero y marzo.

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

**Tabla 4.4: Río Perquilauquén en San Manuel (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	34.201	260.856	225.468	157.675	155.843	114.205	83.894	62.970	33.295	13.341	10.919	9.621
10	23.229	160.312	169.372	132.054	117.730	93.352	71.245	50.949	28.136	11.364	8.769	7.589
20	14.501	88.891	119.451	104.799	84.808	73.124	58.135	39.419	22.612	9.303	6.724	5.694
50	5.807	28.800	60.492	63.416	47.652	45.852	38.543	24.140	14.112	6.191	4.048	3.288
85	1.757	7.186	24.961	29.770	26.742	25.803	21.754	13.195	7.002	3.426	2.166	1.672
95	0.789	3.180	14.082	17.446	20.743	18.409	14.623	9.254	4.292	2.172	1.501	1.124
Dist	L3	L2	L3	G2	L3	L2	L3	L2	G2	G	L2	L2



**Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río Perquilauquén en San Manuel**

- Perquilauquén en Ñiquén

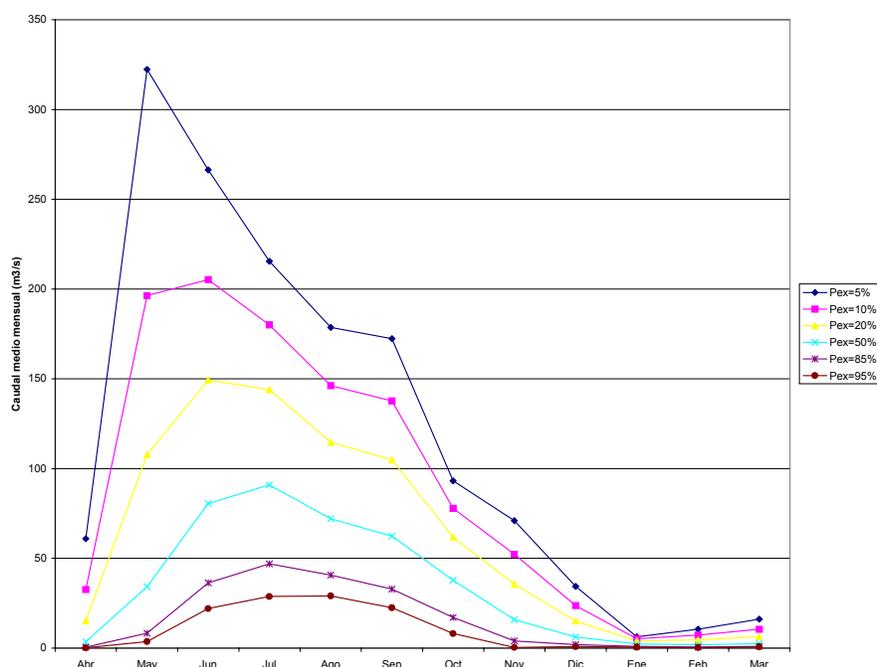
Se encuentra en el río Perquilauquén, aguas abajo de la estación Perquilauquén en San Manuel, a 140 m s.n.m.

En la tabla 4.5 y figura 4.5 se observa que esta estación muestra un régimen muy similar al de la estación ubicada aguas arriba, con un claro carácter pluvial. En años húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y junio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores ocurren entre enero y marzo.

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

**Tabla 4.5: Río Perquilauquén en Ñiquén ( $m^3/s$ )**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	60.973	322.334	266.344	215.493	178.673	172.392	93.160	71.010	34.407	6.354	10.570	16.162
10	32.631	196.369	205.242	180.096	146.221	137.708	77.861	52.285	23.721	5.234	7.244	10.506
20	15.280	107.738	149.360	143.898	114.702	104.903	61.921	35.617	15.075	4.057	4.584	6.303
50	3.539	34.206	80.544	90.923	72.120	62.365	37.899	15.925	6.240	2.314	1.911	2.520
85	0.527	8.325	36.382	46.918	40.724	32.867	17.057	4.052	1.962	0.973	0.651	1.012
95	0.131	3.630	22.032	28.753	29.111	22.561	8.105	0.414	0.900	0.520	0.346	0.702
Dist	L3	L2	L3	L3	L2	L2	L3	L3	L3	G2	L2	L3

**Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Perquilauquén en Ñiquén**

- Perquilauquén en Quella

Esta estación se encuentra en el río Perquilauquén, aguas abajo de Perquilauquén en Ñiquén, a 120 m s.n.m.

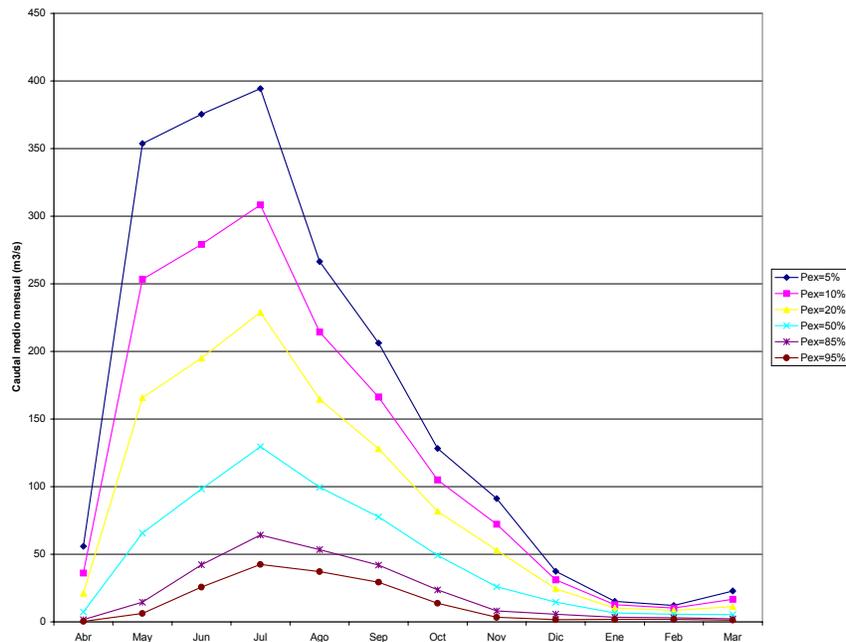
En la tabla 4.6 y figura 4.6 se observa que esta estación muestra el mismo régimen que las otras dos estaciones ubicadas aguas arriba, con un marcado carácter pluvial. En años

húmedos los mayores caudales se presentan entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. Los menores caudales ocurren entre enero y marzo.

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

**Tabla 4.6: Río Perquilauquén en Quella (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	55.881	353.660	375.456	394.296	266.437	206.243	128.242	91.147	37.374	15.095	12.115	22.899
10	36.061	253.245	279.210	308.302	214.327	166.216	104.983	72.238	31.056	12.747	10.312	16.656
20	21.092	165.751	195.042	228.853	164.662	127.988	81.802	52.929	24.470	10.298	8.431	11.328
50	7.295	65.697	98.255	129.481	99.492	77.667	49.209	26.039	14.522	6.600	5.591	5.422
85	1.588	14.583	42.226	64.201	53.491	41.980	23.702	8.159	5.685	3.315	3.069	2.188
95	0.372	6.213	25.713	42.520	37.152	29.248	13.733	3.369	1.675	1.825	1.924	1.284
Dist	L3	L3	L2	L2	L2	L2	L3	G2	G	G	G	L2



**Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Perquilauquén en Quella**

- Estero Curipeumo en Lo Hernández

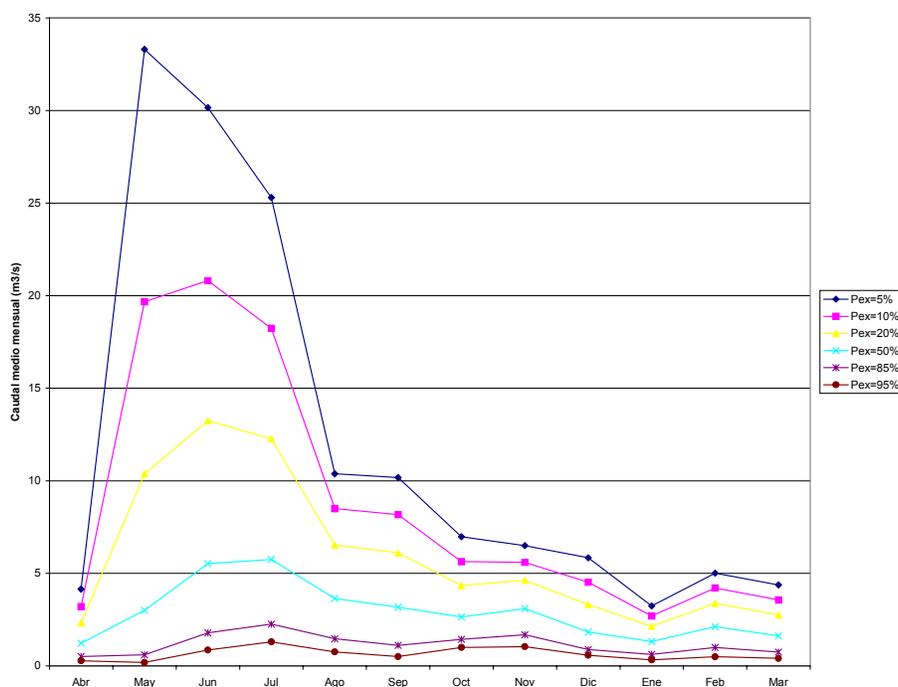
Esta estación se ubica en el estero Curipeumo, afluente del río Perquilauquén.

En la tabla 4.7 y figura 4.7 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. Los menores caudales se dan entre enero y abril.

En años secos los caudales se distribuyen de manera más uniforme a lo largo del año, salvo leves aumentos entre junio y agosto.

**Tabla 4.7: Estero Curipeumo en Lo Hernández (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	4.153	33.302	30.156	25.298	10.380	10.170	6.983	6.500	5.844	3.243	5.014	4.382
10	3.201	19.675	20.811	18.238	8.497	8.170	5.636	5.594	4.525	2.702	4.215	3.567
20	2.323	10.380	13.251	12.269	6.531	6.109	4.347	4.623	3.320	2.145	3.382	2.759
50	1.229	3.014	5.526	5.752	3.647	3.175	2.647	3.097	1.836	1.321	2.123	1.629
85	0.515	0.598	1.787	2.262	1.474	1.114	1.436	1.687	0.886	0.625	1.006	0.754
95	0.279	0.190	0.859	1.308	0.762	0.509	1.003	1.045	0.577	0.333	0.499	0.414
Dist	L3	L3	L3	L2	G2	G2	L2	L3	L2	L3	G	L3



**Figura 4.7: Curva de Variación Estacional Estero Curipeumo en Lo Hernández**

- Cauquenes en el Arrayán

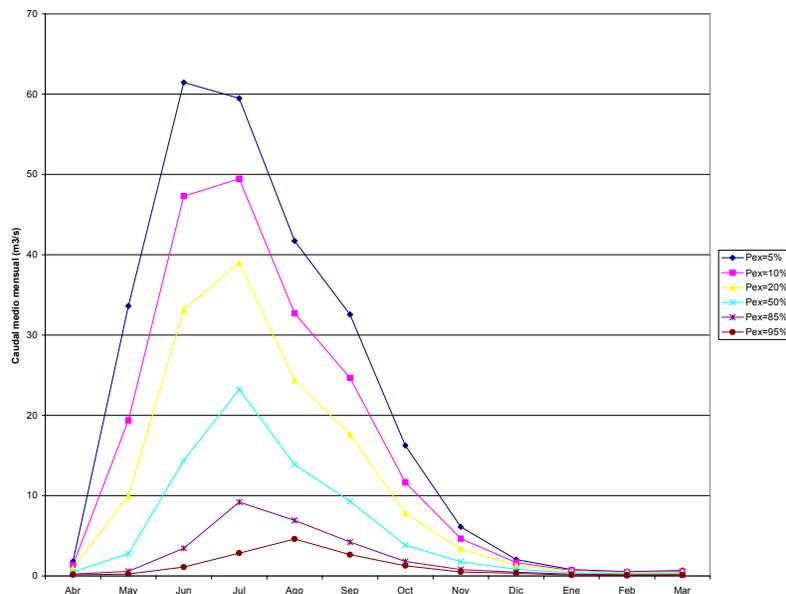
Esta estación se encuentra en el río Cauquenes, el que nace en la cordillera de la costa y es afluente del río Perquilauquén. Está ubicada a 590 m s.n.m.

En la tabla 4.8 y figura 4.8 se observa que esta estación muestra un fuerte carácter pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales se dan entre junio y julio, producto de lluvias invernales. Los menores caudales ocurren entre diciembre y abril, período en el cual se registran severos estiajes.

En años secos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, mientras los menores se extienden desde noviembre a mayo.

**Tabla 4.8: Río Cauquenes en el Arrayán (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	1.815	33.628	61.452	59.464	41.717	32.553	16.244	6.123	2.032	0.786	0.538	0.684
10	1.373	19.387	47.295	49.444	32.703	24.681	11.643	4.653	1.670	0.693	0.486	0.575
20	0.980	9.949	33.145	38.999	24.351	17.650	7.844	3.336	1.317	0.587	0.422	0.463
50	0.514	2.780	14.394	23.222	13.860	9.299	3.839	1.767	0.837	0.408	0.300	0.299
85	0.232	0.578	3.440	9.207	6.923	4.223	1.806	0.807	0.478	0.221	0.151	0.162
95	0.145	0.230	1.105	2.848	4.605	2.656	1.278	0.510	0.344	0.127	0.063	0.105
Dist	L2	L2	G2	G	L2	L2	L3	L2	L2	L3	N	L3



**Figura 4.8: Curva de Variación Estacional Río Cauquenes en el Arrayán**

- Purapel en Nirivilo

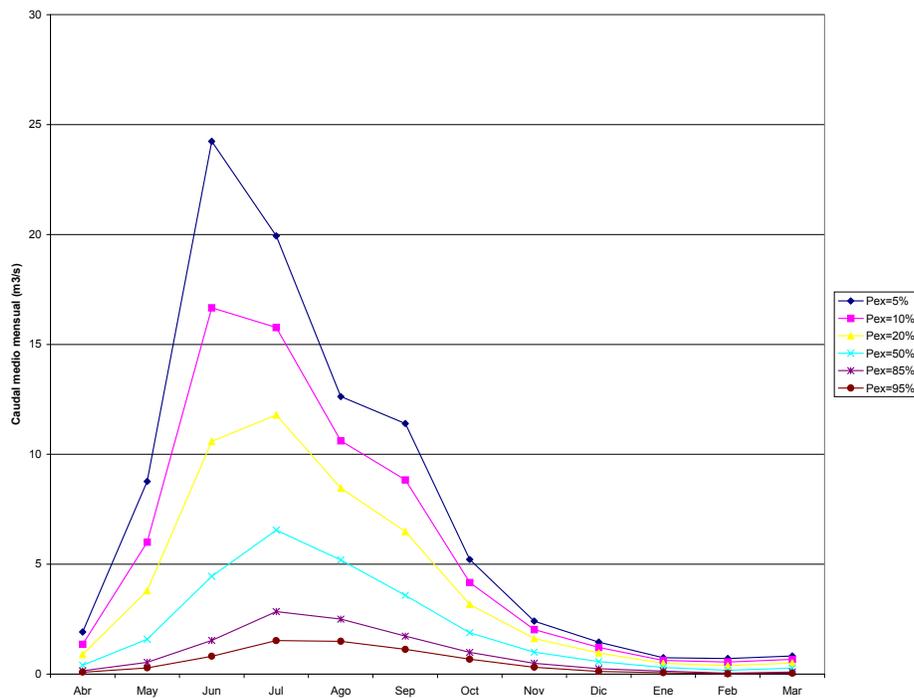
Esta estación se encuentra en el río Purapel, el que también nace en la cordillera de la costa.

En la tabla 4.9 y figura 4.9 se observa que esta estación muestra un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales se dan entre junio y julio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores ocurren entre diciembre y abril.

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

**Tabla 4.9: Río Purapel en Nirivilo (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	1.914	8.764	24.244	19.941	12.630	11.405	5.219	2.410	1.456	0.745	0.710	0.827
10	1.357	6.004	16.669	15.771	10.618	8.833	4.166	2.026	1.216	0.624	0.550	0.669
20	0.895	3.797	10.589	11.790	8.472	6.481	3.171	1.618	0.961	0.497	0.388	0.505
50	0.404	1.582	4.449	6.554	5.195	3.587	1.882	0.999	0.569	0.306	0.173	0.268
85	0.151	0.538	1.529	2.845	2.498	1.731	0.990	0.497	0.246	0.137	0.043	0.095
95	0.085	0.286	0.816	1.523	1.493	1.128	0.679	0.314	0.124	0.060	0.015	0.041
Dist	L2	L2	L2	L3	G2	L2	L2	P3	P3	G	G2	P3



**Figura 4.9: Curva de Variación Estacional Río Purapel en Nirivilo**

c) Subcuenca del Loncomilla

- Longaví en el Castillo

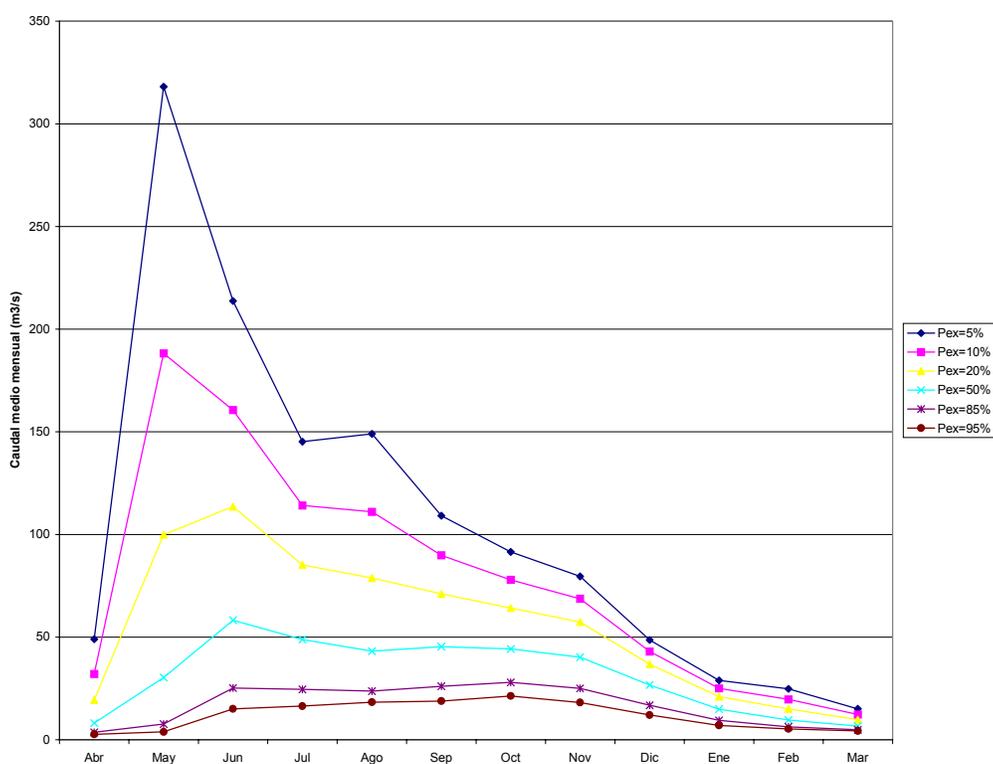
Esta estación fluviométrica se ubica en la parte alta del río Longaví, a 598 m s.n.m.

En la tabla 4.10 y figura 4.10 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y junio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores se presentan entre enero y marzo.

En años secos los caudales medios mensuales no muestran variaciones importantes. Los mayores se extienden entre junio y diciembre, mientras que los menores lo hacen entre febrero y mayo.

**Tabla 4.10: Río Longaví en el Castillo (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	49.030	318.082	213.698	145.162	148.978	109.144	91.570	79.575	48.622	28.969	24.797	15.127
10	32.072	188.221	160.628	114.103	111.064	89.899	77.974	68.707	43.015	25.088	19.655	12.302
20	19.469	99.942	113.559	85.242	78.779	71.075	64.181	57.378	36.852	21.042	15.064	9.771
50	8.127	30.329	58.254	48.822	43.130	45.362	44.240	40.266	26.752	14.931	9.614	6.752
85	3.603	7.674	25.181	24.575	23.719	26.090	27.976	25.065	16.832	9.502	6.304	4.905
95	2.674	3.875	15.128	16.420	18.322	18.853	21.374	18.168	12.066	7.039	5.283	4.332
Dist	L3	L3	L3	L2	L3	L2	L2	G	L3	G	L3	L3



**Figura 4.10: Curva de Variación Estacional Río Longaví en el Castillo**

## Maule

60.

- Longaví en la Quiriquina

Se ubica en el río Longaví, aguas abajo de la estación Longaví en el Castillo, a 471 m s.n.m.

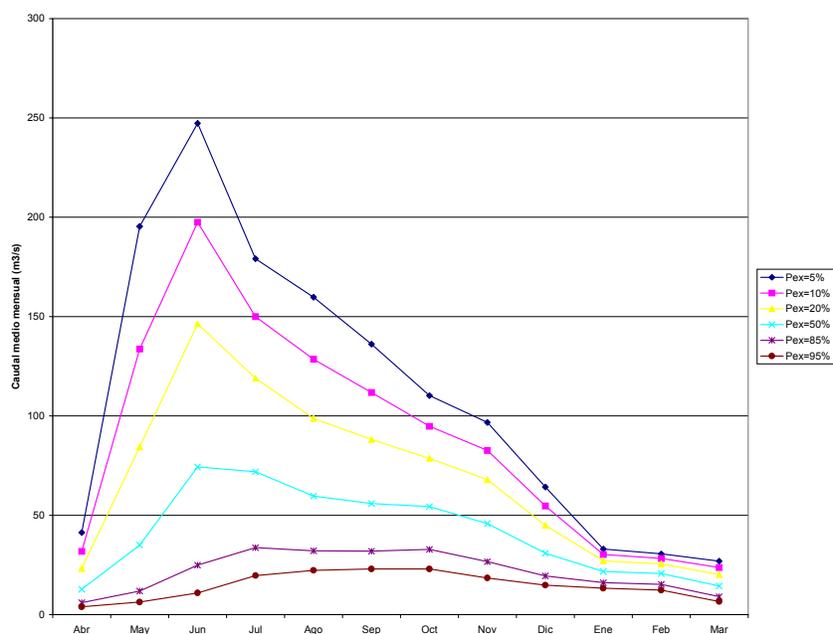
En la tabla 4.11 y figura 4.11 se puede observar que esta estación presenta características similares a las de la estación ubicada aguas arriba, mostrando un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno.

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

En años secos los caudales no muestran variaciones de consideración a lo largo del año, produciéndose los mayores entre julio y octubre.

**Tabla 4.11: Río Longaví en la Quiriquina (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	41.345	195.364	247.270	179.165	159.726	136.129	110.223	96.779	64.256	32.973	30.580	26.882
10	31.858	133.655	197.482	149.986	128.504	111.820	94.780	82.635	54.652	30.270	28.250	23.726
20	23.233	84.392	146.373	118.956	98.742	88.113	78.680	67.916	44.921	27.129	25.541	20.217
50	12.707	35.047	74.303	71.871	59.680	55.881	54.364	45.782	30.881	21.698	20.694	14.461
85	6.043	11.873	24.846	33.644	32.099	31.891	32.763	26.637	19.464	16.076	15.272	9.025
95	3.905	6.287	10.876	19.671	22.299	22.939	22.962	18.437	14.841	13.291	12.346	6.604
Dist	L2	L2	G2	G2	L2	L2	G	L3	L2	G2	L3	G2



**Figura 4.11: Curva de Variación Estacional Río Longaví en la Quiriquina**

- Achibueno en la Recova

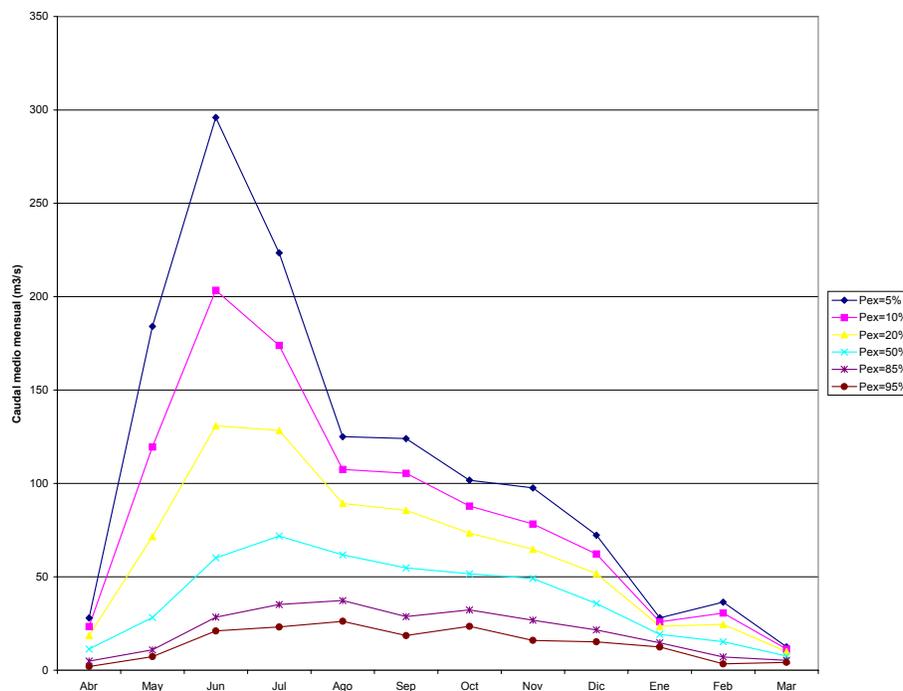
Esta estación se ubica en el río Achibueno, aguas arriba de la junta con el río Ancoa, a 260 m s.n.m.

En la tabla 4.12 y figura 4.12 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales, mientras que los menores lo hacen entre enero y abril.

En años secos los caudales se muestran más uniformes a lo largo del año, con leves aumentos entre junio y noviembre. Los menores ocurren entre febrero y mayo.

**Tabla 4.12: Río Achibueno en la Recova (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	27.954	184.127	295.967	223.416	125.034	123.982	101.715	97.631	72.340	28.024	36.458	12.452
10	23.361	119.598	203.367	173.899	107.537	105.475	87.871	78.233	62.221	25.913	30.602	11.272
20	18.573	71.561	130.816	128.377	89.297	85.592	73.439	64.720	51.672	23.460	24.497	9.921
50	11.342	28.228	60.163	71.875	61.747	54.800	51.641	49.100	35.739	19.194	15.277	7.623
85	4.918	10.885	28.376	35.180	37.273	28.698	32.277	26.800	21.585	14.703	7.086	5.317
95	2.003	7.310	21.027	23.123	26.169	18.569	23.491	16.000	15.163	12.434	3.370	4.216
Dist	G	L3	L3	L2	G	P3	G	G	G	LG2	G	G2



**Figura 4.12: Curva de Variación Estacional Río Achibueno en la Recova**

- Ancoa en el Morro

Se encuentra en el río Ancoa, afluente del río Achibueno, a 200 m s.n.m.

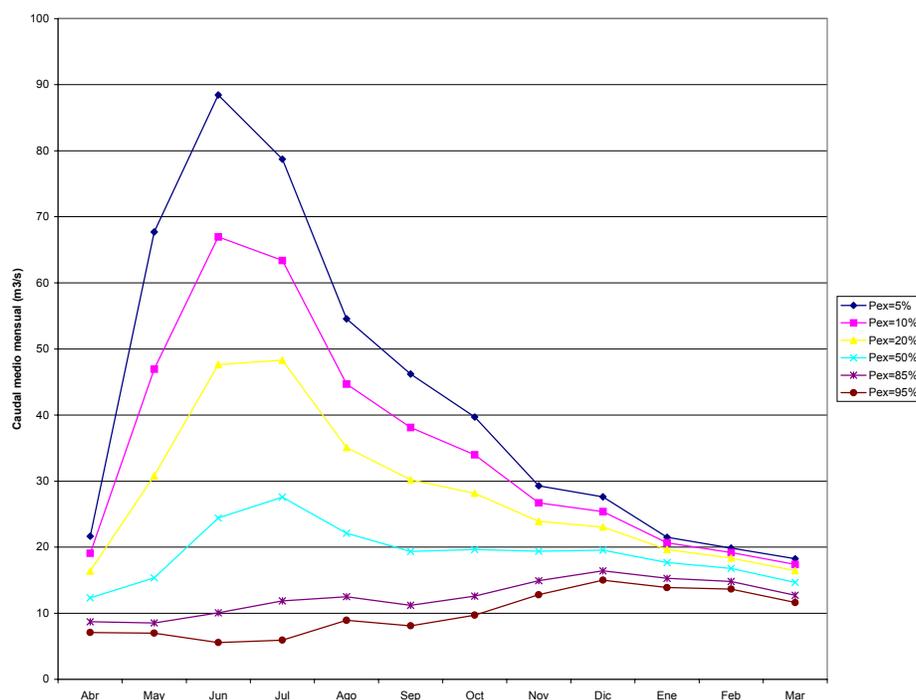
En la tabla 4.13 y figura 4.13 se observa que esta estación muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno, pero con leves influencias nivales para años secos.

En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. Los menores se presentan entre enero y abril.

En años secos, tal como se mencionó anteriormente, se observa una influencia nival que es responsable de los mayores caudales en este tipo de años. Los menores ocurren entre abril y junio.

**Tabla 4.13: Río Ancoa en el Morro (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	21.654	67.706	88.446	78.736	54.566	46.210	39.707	29.281	27.621	21.503	19.882	18.241
10	19.076	46.941	66.956	63.384	44.690	38.130	33.987	26.726	25.390	20.661	19.195	17.399
20	16.389	30.825	47.623	48.304	35.089	30.212	28.151	23.927	23.064	19.642	18.364	16.430
50	12.330	15.351	24.412	27.571	22.101	19.362	19.638	19.368	19.550	17.693	16.774	14.682
85	8.724	8.538	10.073	11.879	12.507	11.194	12.603	14.928	16.429	15.293	14.816	12.707
95	7.088	6.996	5.578	5.933	8.952	8.113	9.713	12.811	15.013	13.883	13.665	11.636
Dist	G	L3	L3	L3	L2	L2	L2	L2	G	N	N	G2



**Figura 4.13: Curva de Variación Estacional Río Ancoa en el Morro**

## Maule

64.

- Putagán en Yervas Buenas

Esta estación se encuentra en el río Putagán, afluente del río Loncomilla, a 150 m s.n.m.

En la tabla 4.14 y figura 4.14 se puede observar que esta estación muestra un régimen pluvio – nival, pero debido a su mayor influencia pluvial se ha incluido en este grupo de estaciones.

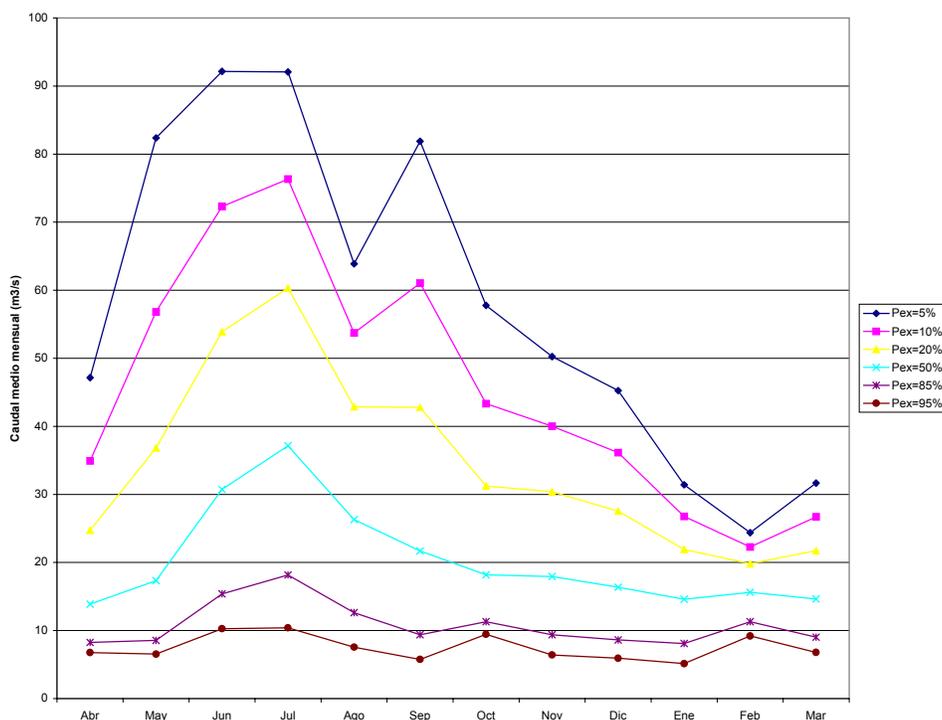
En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y julio, producto de lluvias invernales, sin embargo, los que se observan en septiembre son bastante importantes. Los menores caudales se observan entre enero y marzo.

En años secos los caudales no presentan variaciones importantes a lo largo del año, salvo leves aumentos entre junio y julio, producto de aportes pluviales.

Cabe destacar que esta estación está fuertemente influenciada por la restitución de aguas de riego destinadas al canal Melozal. Esto se puede notar en los aumentos de caudales entre febrero y marzo en años secos, ya que estos meses suelen ser el período de estiaje para los ríos del sector.

**Tabla 4.14: Río Putagán en Yervas Buenas (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	47.154	82.389	92.159	92.068	63.899	81.889	57.775	50.246	45.252	31.420	24.375	31.654
10	34.925	56.831	72.307	76.343	53.719	61.048	43.346	40.015	36.138	26.767	22.258	26.695
20	24.740	36.809	53.897	60.353	42.860	42.773	31.241	30.370	27.520	21.917	19.810	21.717
50	13.866	17.315	30.737	37.159	26.278	21.671	18.174	17.928	16.350	14.591	15.600	14.638
85	8.240	8.547	15.390	18.146	12.631	9.379	11.299	9.367	8.610	8.084	11.292	9.005
95	6.750	6.521	10.251	10.392	7.547	5.735	9.449	6.397	5.908	5.131	9.188	6.769
Dist	L3	L3	L2	L3	G2	L2	L3	L2	L2	G	LG2	L2



**Figura 4.14: Curva de Variación Estacional Río Putagán en Yervas Buenas**

- **Loncomilla en Bodega**

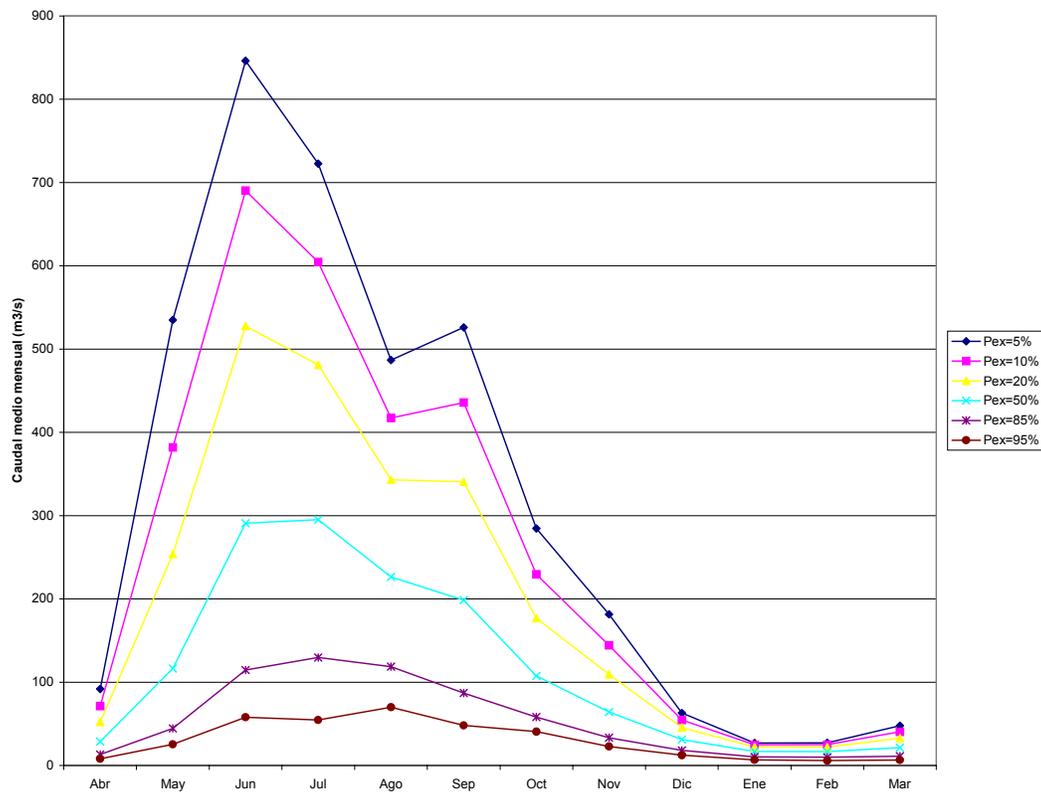
Se encuentra en el río Loncomilla, inmediatamente aguas abajo de la junta del Perquilauquén con el Longaví, a 110 m s.n.m.

En la tabla 4.15 y figura 4.15 se observa que esta estación presenta un claro régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno. En años húmedos sus mayores caudales se observan entre mayo y julio, mientras que los menores lo hacen entre diciembre y marzo.

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

**Tabla 4.15: Río Loncomilla en Bodega (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	91.939	534.957	846.102	722.610	486.708	525.934	284.554	181.526	62.920	27.102	27.256	47.742
10	71.322	381.943	690.186	604.417	417.323	435.817	229.468	144.308	54.662	24.843	24.906	40.460
20	52.322	253.961	527.720	481.199	343.077	340.676	176.823	109.292	45.617	22.106	22.059	32.868
50	28.650	116.422	290.810	295.094	226.430	198.509	107.454	64.254	31.125	16.875	16.619	21.402
85	13.189	44.547	114.566	129.772	118.782	86.930	58.181	33.401	17.989	10.433	9.918	11.216
95	8.082	25.337	57.929	54.759	69.881	48.091	40.577	22.744	12.428	6.649	5.983	6.594
Dist	L3	L2	G2	G	L3	G2	L2	L2	G2	N	N	G



**Figura 4.15: Curva de Variación Estacional Río Loncomilla en Bodega**

- Loncomilla en las Brisas

Esta estación fluviométrica se ubica en el río Loncomilla, aguas abajo de la junta de la confluencia del río Putagán, a 92 m s.n.m.

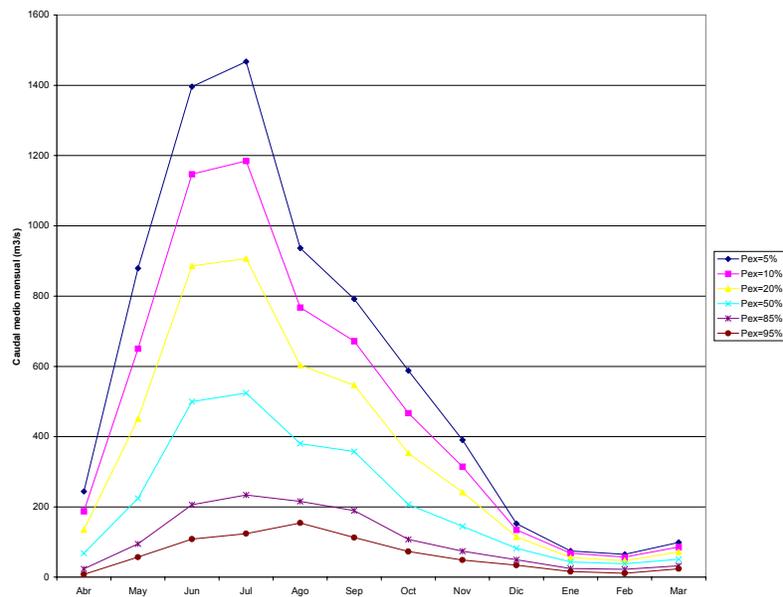
En la tabla 4.16 y figura 4.16 se observa que esta estación muestra un fuerte régimen pluvial, sin influencia nival aparente. Los mayores caudales se observan en meses de invierno, producto de los importantes aportes pluviales existentes en la zona.

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

En años secos los mayores caudales también se observan en los meses de invierno, entre junio y agosto, mientras que los menores ocurren entre enero y abril.

**Tabla 4.16: Río Loncomilla en las Brisas (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	243.74	879.17	1396.30	1467.45	936.64	791.78	587.81	390.17	152.15	74.34	65.18	98.98
10	187.65	650.12	1147.05	1184.52	767.52	671.63	466.83	314.50	134.32	68.33	57.00	85.70
20	135.22	451.05	885.51	906.45	603.03	546.39	353.13	241.62	114.62	55.50	46.80	71.86
50	68.47	224.27	499.84	523.83	380.30	357.21	207.14	144.44	82.03	43.10	38.30	50.95
85	23.42	94.85	206.13	233.90	215.54	189.17	107.38	74.17	49.59	24.60	22.30	32.38
95	8.08	57.21	108.39	123.91	154.41	112.92	73.00	48.64	33.81	16.00	10.90	23.95
Dist	L3	L2	G2	L3	L2	G	L2	L3	L3	P3	P3	G



**Figura 4.16: Curva de Variación Estacional Río Loncomilla en las Brisas**

d) Subcuenca del Maule

- Maule en Armerillo

Esta estación se encuentra en el río Maule, aguas arriba del Embalse Colbún, a 450 m s.n.m.

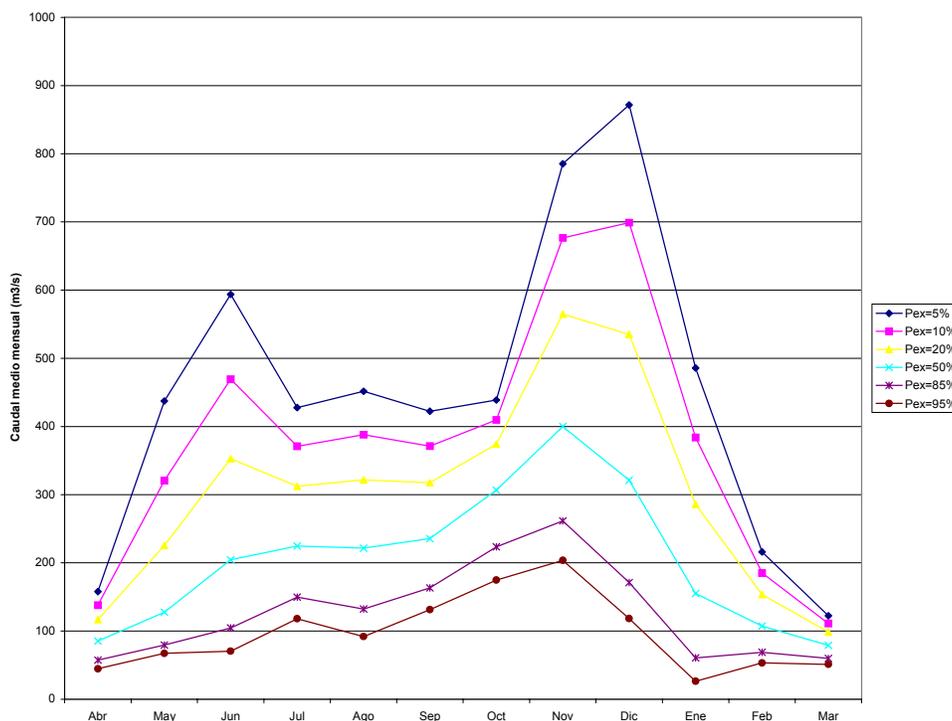
En la tabla 4.17 y figura 4.17 se puede apreciar que esta estación muestra un régimen nivo – pluvial, sin embargo se ha caracterizado como mixta, debido a que tanto la influencia nival y pluvial son importantes.

En años húmedos los mayores caudales se presentan entre noviembre y diciembre, producto de deshielos primaverales, sin embargo en invierno, específicamente en junio, se observan caudales bastante significativos. Los menores ocurren entre febrero y abril.

En años secos los mayores caudales se dan en meses de primavera, entre octubre y noviembre, producto de los deshielos. Los menores se dan entre enero y mayo.

**Tabla 4.17: Río Maule en Armerillo (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	157.970	437.521	593.821	427.640	451.765	422.254	438.838	785.338	871.596	485.770	216.089	122.375
10	137.924	320.730	469.247	370.947	388.098	371.204	409.659	676.574	699.016	383.923	185.102	111.082
20	117.025	225.666	352.814	312.246	321.725	317.563	374.315	564.803	535.074	285.868	153.459	98.789
50	85.461	127.623	204.564	224.651	221.476	235.657	306.767	399.965	321.051	155.180	107.245	78.952
85	57.422	79.486	104.535	149.757	132.423	163.198	223.566	261.468	171.131	60.754	68.978	59.905
95	44.699	67.371	70.469	118.015	92.016	131.519	174.696	203.698	118.258	26.479	53.226	50.937
Dist	G	L3	L2	L2	G	L2	N	L2	L2	L3	L2	L2



**Figura 4.17: Curva de Variación Estacional Río Maule en Armerillo**

- Maule en Longitudinal

Esta estación se encuentra en el río Maule, aguas arriba de la junta con el río Loncomilla, a 90 m s.n.m.

En la tabla 4.18 y figura 4.18 se puede observar que esta estación muestra un régimen mixto, con importante influencia pluvial y nival.

## Maule

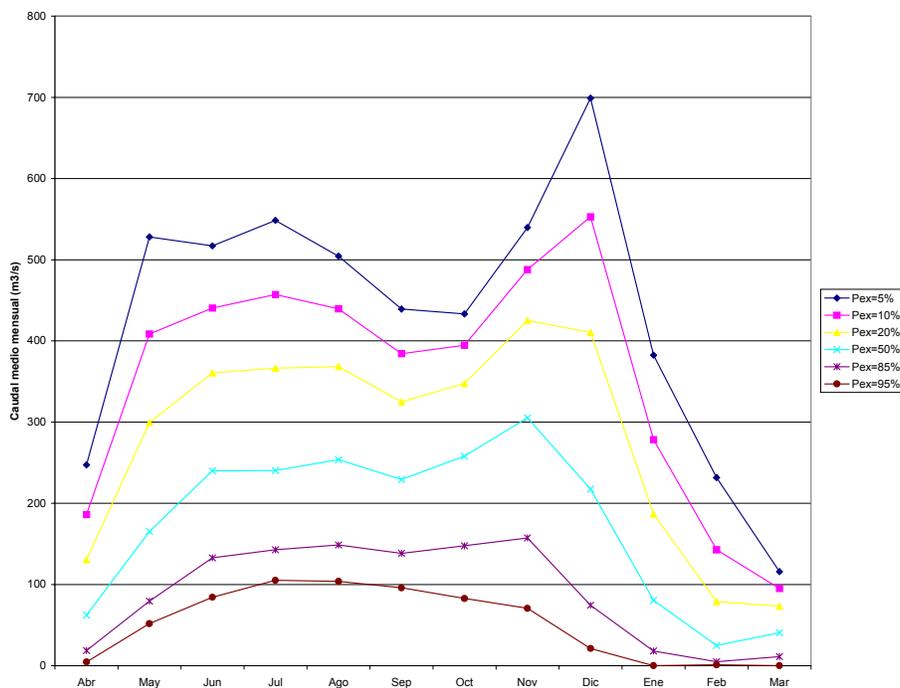
70.

En años húmedos los mayores caudales se dan entre noviembre y diciembre, y entre mayo y agosto, producto de los deshielos primaverales y lluvias invernales. Los menores ocurren entre febrero y abril

En años secos los mayores caudales ocurren entre junio y noviembre, mientras que los menores lo hacen entre enero y mayo, período en el cual se producen escurrimientos superficiales muy bajos.

**Tabla 4.18: Río Maule en Longitudinal (m<sup>3</sup>/s)**

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	247.299	528.024	517.012	548.577	504.485	439.195	433.275	539.642	699.065	382.387	231.658	115.844
10	186.130	408.547	440.413	457.090	439.576	384.343	394.554	487.824	552.870	278.338	142.690	94.990
20	130.374	299.429	360.558	366.459	368.295	324.845	347.653	425.059	410.529	186.772	78.982	73.251
50	62.061	165.340	239.946	240.212	253.580	229.357	258.014	305.100	217.493	80.463	24.735	40.415
85	18.556	79.561	132.804	142.778	148.771	138.414	147.606	157.347	74.356	18.025	4.862	11.247
95	4.522	51.773	84.190	105.185	103.954	95.910	82.754	70.559	21.134	0.001	1.110	0.001
Dist	L3	L2	G	L2	G2	L3	N	N	L3	L3	L3	G



**Figura 4.18: Curva de Variación Estacional Río Maule en Longitudinal**

#### 4.1.2 Conclusiones

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

##### a) Subcuenca del Loncomilla

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Loncomilla, incluyendo sus principales afluentes y subafluentes: ríos Perquilauquén, Cauquenes, Purapel, Longaví, Achibueno, Ancoa, Putagán y estero Curipeumo.

En toda esta subcuenca se observa un régimen pluvial, con importantes caudales en meses de invierno y bajos en verano. En años húmedos los mayores caudales se dan entre mayo y julio, producto de las lluvias invernales. En años secos los caudales no muestran grandes variaciones, produciéndose sus máximos en los meses de invierno, salvo en la estación Ancoa en el Morro, que muestra sus mayores caudales para años secos en primavera.

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

##### b) Subcuenca del Maule

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Maule, desde su nacimiento en la laguna Maule, en la cordillera de Los Andes, hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

En esta subcuenca se observa un régimen mixto, con mayor influencia nival en la parte alta de la subcuenca, situación que se advierte en la estación fluviométrica Maule en Armerillo, para luego, en la parte baja, tener una mayor influencia pluvial, debido a la junta del río Loncomilla, el que presenta un claro régimen pluvial.

En años húmedos los mayores caudales se dan entre junio y julio y entre noviembre y diciembre, producto de los importantes aportes pluviales y nivales, respectivamente. En años secos los mayores caudales se dan entre junio y noviembre.

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

c) Subcuenca del Claro

Abarca el área drenada por el río Claro, incluyendo su principal afluente río Lircay.

Esta subcuenca muestra un régimen pluvial, con sus mayores caudales en los meses de invierno. En años húmedos los mayores ocurren entre junio y julio, producto de los importantes aportes pluviales existentes en la zona. En años secos los caudales se presentan sin variaciones de importancia.

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

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

**Tabla 4.19: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Maule**

N°	Subcuenca	Período Estiaje
1	Loncomilla	Enero – Febrero – Marzo
2	Maule	Febrero – Marzo – Abril
3	Claro	Enero – Febrero – Marzo

## 4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

### 4.2.1 Selección de parámetros

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

#### a) Parámetros obligatorios

Los parámetros obligatorios definidos son: conductividad, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos y coliformes fecales.

Para DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros, no se dispone de datos para el análisis de este estudio

#### b) Parámetros principales

Para seleccionar los parámetros principales se compara el valor que aparece, en el *Instructivo* como límite de la clase 0, con el valor máximo que alcanza el parámetro, incluyendo todos los registros de la Base de Datos Depurada (BDD).

En la tabla 4.20 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 Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Maule**

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
<b>FISICO-QUÍMICOS</b>					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	8.6	442.0	<600	Obligatorio
DBO <sub>5</sub>	mg/L	s/i	s/i	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.8	14.8	>7.5	Obligatorio
pH	Unidad	4.3	9.3	6.5 – 8.5	Obligatorio
RAS	-	0.1	1.3	<2.4	No
Sólidos disueltos	mg/L	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/i	s/i	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C			<0.5	No
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amonio	mg/L	s/i	s/i	<0.5	No
Cianuro	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	mg/L	1.1	35.5	<80	No
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	mg/L	0.4	40.3	<120	No
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0.04	No
<b>ORGANICOS</b>		s/i	s/i		No
<b>ORGANICOS PLAGUICIDAS</b>		s/i	s/i		No
<b>METALES ESENCIALES</b>					
Boro	mg/l	<1	<1	<0.4	No
Cobre	μg/L	<10	90	<7.2	Si
Cromo total	μg/L	<10	40	<8	Si
Hierro	mg/L	0.01	3.41	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	<0.01	0.66	<0.04	Si
Molibdeno	mg/L	<0.01	0.06	<0.008	Si
Níquel	μg/L	<10	20	<42	No
Selenio	μg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	<0.01	0.04	<0,096	No
<b>METALES NO ESENCIALES</b>					
Aluminio	mg/L	0.2	8.6	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	<0.001	0.032	<0.04	No
Cadmio	μg/L	<10	<10	<1.8	No
Estaño	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	μg/L	<1	<1	<0.04	No
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
<b>MiCROBIOLOGICOS</b>					
Coliformes Fecales (NMP)	□nálisi/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	□nálisi/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

- Parámetros Obligatorios
  - Conductividad Eléctrica
  - DBO<sub>5</sub>
  - Oxígeno Disuelto
  - pH
  - Sólidos Suspendidos
  - Coliformes Fecales
  
- Parámetros Principales
  - Cobre
  - Cromo
  - Hierro
  - Manganeso
  - Molibdeno
  - Aluminio

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

- Color aparente
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: RAS, cloruro, sulfato, níquel, zinc, arsénico y selenio, aunque este último se encuentre en el límite de detección analítico inferior a la clase 0.

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

#### 4.2.2 Análisis de tendencia central

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

En el anexo 4.1 se presentan las figuras de tendencia central de los parámetros seleccionados en la cuenca de río Maule: conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, cobre y hierro.

No se presenta la representación gráfica de los parámetros: cromo, manganeso, molibdeno y aluminio, por disponer de muy pocos registros para cada uno de ellos y además en el caso del cromo y molibdeno, en su mayoría, los registros corresponden al límite de detección analítico. En el caso de otros parámetros seleccionados, no se presentan gráficas de tendencia central porque no existen datos suficientes para una serie de tiempo.

Por otra parte, las estaciones de calidad utilizadas en el análisis corresponden a aquellas con un número suficiente de registros de modo tal de poder representar prácticamente la tendencia de los parámetros seleccionados.

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**

CUENCA DEL RÍO MAULE
<b>Conductividad Eléctrica:</b>
<p><u>Río Claro-Talca</u>: En la estación en Talca la tendencia central es plana en una serie de tiempo de diez años con un valor de 140 <math>\mu\text{S/cm}</math>. La tendencia central en la estación Rauquén es creciente en una serie de tiempo de doce años con un valor de 155 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Claro-embalse Colbún</u>: En la estación a/j río Maule la tendencia central es plana en una serie de tiempo de diez años con un valor de 140 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Lircay</u>: En la estación en Panamericana la tendencia central es plana en un valor 135 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Maule</u>: La tendencia central es creciente en las estaciones de Armerillo y El Forel en una serie de tiempo de catorce años con valores de 170 y 140 <math>\mu\text{S/cm}</math> respectivamente. En la estación río Maule en Longitudinal la tendencia es plana en una serie de tiempo de doce en un valor de 130 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Putagán</u>: En la estación canal Melozal la tendencia central es decreciente en una serie de tiempo doce años en un valor de 155 <math>\mu\text{S/cm}</math>. Corresponde al río que mayor aporte hace al río Loncomilla.</p> <p><u>Río Achibueno</u>: En la estación río Achibueno en Panamericana la tendencia central es creciente en una serie de tiempo de quince años con un valor de 70 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Longaví</u>: En la estación Panamericana la tendencia central es decreciente en una serie de tiempo de dieciocho años en un valor de 90 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Perquilauquén</u>: En la estación Perquilauquén en Quella se observa una tendencia central decreciente en una serie de tiempo de quince años en un valor de 90 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Loncomilla</u>: En la estación Las Brisas se observa una tendencia central creciente en una serie de tiempo de dieciséis años en un valor de 115 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Cauquenes</u>: En una serie de tiempo de dieciséis años se observa, en la parte alta del río, en la estación Arrayán un comportamiento constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 90 <math>\mu\text{S/cm}</math>; hacia la confluencia con el río Perquilauquén, estación Desembocadura, el comportamiento es a aumentar en los últimos años de la serie de tiempo con una tendencia central creciente con un valor de 135 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p> <p><u>Río Purapel</u>: Se observa una tendencia central plana en una serie de tiempo de diecisiete años con un valor de 110 <math>\mu\text{S/cm}</math>.</p>

**Tabla 4.21 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

CUENCA DEL RÍO MAULE
<b>Oxígeno Disuelto:</b>
<u>Río Claro-Talca</u> : Se observa una tendencia central decreciente en las estaciones Talca y Rauquén en una serie de tiempo de quince años con valores de 10.4 y 9.8 mg/L .
<u>Río Claro-embalse Colbún</u> : En la estación antes de la junta del río Maule se observa un aumento en una serie de tiempo restringida a tres años, con una tendencia creciente en un valor de 10.8 mg/L.
<u>Río Lircay</u> : Se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de quince años, hasta 1990 aumenta para luego disminuir o permanecer constante hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central plana en los últimos diez años en un valor de 10.8 mg/L.
<u>Río Maule</u> : Se observa en las estaciones Forel y Longitudinal , un mismo comportamiento en la serie de tiempo de quince años, siendo constante a través del tiempo con un punto de disminución en los años 1996 y 1992 respectivamente, la tendencia central es plana en ambas estaciones con un valor de 9,4 y 10,4 mg/L respectivamente. En la misma serie de tiempo en la estación Armerillo se observa igualmente un comportamiento constante con una tendencia central plana con un valor igual a la estación Longitudinal, 10,4 mg/L.
<u>Río Putagán</u> : En la serie de tiempo de doce años se observa una tendencia central creciente con un valor de 9.4 mg/L.
<u>Río Achibueno</u> : Se observa desde 1991 hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2002 una tendencia central plana con un valor de 9,8 mg/L.
<u>Río Longaví</u> : En la estación Panamericana en una serie de tiempo de trece años el comportamiento es constante en un solo valor con una tendencia central plana en un valor de 9.5 mg/L.
<u>Río Perquilauquén</u> : En una serie de tiempo de quince años desde 1987 al 2002 se observa una tendencia central plana con un valor de 9,5 mg/L.
<u>Río Loncomilla</u> : En una serie de tiempo de doce años se observa dos comportamientos desde 1987 hasta 1991 el primero con un comportamiento disímil y hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2001 un comportamiento constante con una tendencia central plana con un valor de 9,8 mg/L .
<u>Río Cauquenes</u> : En la serie de tiempo de quince años se observa, en ambas estaciones: Arrayán y Desembocadura, un comportamiento disímil hasta 1991 para disminuir hacia el término de la serie, con una tendencia central decreciente en un valor de 8.8 y 9.5 mg/L respectivamente.
<u>Río Purapel</u> : La serie de tiempo de diez años se encuentra interrumpida desde 1994 observando una tendencia central plana en un valor de 9.2 mg/L.
<b>PH:</b>
<u>Río Claro-Talca</u> : En la estación Talca la tendencia central es plana en una serie de tiempo quince años con un valor de 7,4. En Rauquén se observan dos comportamientos en la serie de tiempo de quince años hasta 1993 disminuye para luego aumentar débilmente hasta el termino de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en un valor de 7,4.

**Tabla 4.21 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

CUENCA DEL RÍO MAULE
<p><u>Río Claro-embalse Colbún</u> : La serie de tiempo seis años de la estación antes de la junta del río Maule esta suspendida desde 1989 con una tendencia central plana en un valor de 7,4.</p> <p><u>Río Lircay</u>: La tendencia central es plana en una serie de tiempo de catorce años con un valor de 7,5 .</p> <p><u>Río Maule</u>: En las estaciones de Armerillo y análisis la tendencia central es creciente, en una serie de tiempo de dieciséis años con un valor de 7.4 y 7.5 respectivamente. En la estación Forel la tendencia central es plana en una serie de tiempo de trece años con un valor de 7.4.</p> <p><u>Río Putagán</u>: En la estación canal Melozal se observa una tendencia central plana en una serie de tiempo de doce años con un valor de 7.3.</p> <p><u>Río Achibueno</u>: Se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de dieciséis años desde 1986 a 1992 disminuye para presentar un aumento hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en los últimos diez años con un valor de 7.2.</p> <p><u>Río Longaví</u>: Se observa dos comportamientos en una serie de tiempo de dieciocho años, desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1992 tiende a disminuir para aumentar en 0.2 unidades hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central creciente en los últimos diez años con un valor de 7.3.</p> <p><u>Río Perquilauquén</u>: El comportamiento es homogéneo con tendencia a disminuir en una serie de tiempo de dieciséis años, la tendencia central es decreciente con un valor de 7.3.</p> <p><u>Río Loncomilla</u>: La tendencia central es plana en una serie de tiempo de dieciocho años en la estación Las Brisas, con un valor de 7,3.</p> <p><u>Río Cauquenes</u>: En una serie de tiempo de doce años la tendencia central en las estaciones Arrayán y Desembocadura es plana con valores de 7.4 y 7.2 respectivamente.</p> <p><u>Río Purapel</u>: La tendencia central es plana en la estación Sauzal, en una serie de tiempo de quince años con un valor de 7.3.</p>
<p><b>Cobre:</b></p> <p><u>Río Claro-Talca</u>: En la estación Talca la tendencia central es decreciente en una serie de tiempo de trece años con un valor de 15.5 µg/l. En Rauquén se observa un comportamiento que va en aumento, en una serie de tiempo de trece años, con una tendencia central creciente en un valor de 14.5 µg/l.</p> <p><u>Río Claro-embalse Colbún</u>: En la estación antes de la junta del río Maule la serie de tiempo es restringida a solo tres años observándose desde 1987 hasta mediados de 1988 un comportamiento constante, en un solo valor, para aumentar en un punto casi instantáneo a 20 µg/l y comenzar a decrecer, hasta fines del año 1989 donde termina la serie de tiempo en un valor de 17 µg/l.</p> <p><u>Río Lircay</u>: El comportamiento observado en la estación Panamericana se repite a través de la serie de tiempo de catorce años tendiendo a disminuir-aumentar-disminuir-aumentar-disminuir, la tendencia central decreciente con un valor de 14 µg/l.</p>

**Tabla 4.21 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

CUENCA DEL RÍO MAULE
<p><b>Río Maule:</b> En las estaciones de Armerillo, longitudinal y Forel la tendencia central es decreciente, en una serie de tiempo de diez años con valores de 12 µg/l en la estación Armerillo y de 14 µg/l en Longitudinal y Forel.</p>
<p><b>Río Putagán:</b> En la estación canal Melozal se observa una tendencia central creciente en una serie de tiempo de quince años con un valor de 13 µg/l.</p>
<p><b>Río Achibueno:</b> Se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de trece años desde 1988 a 1994 tiende a aumentar para comenzar a disminuir hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002 con una tendencia central decreciente en los últimos ocho años de la serie de tiempo, con un valor de 13 µg/l.</p>
<p><b>Río Longaví:</b> Se observa un comportamiento constante en una serie de tiempo de trece años, con un peak de aumento de 1 ppb en el año 1985 para presentar el mismo comportamiento anterior hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 15 µg/l.</p>
<p><b>Río Perquilauquén:</b> Se observan dos comportamientos en la serie de tiempo de quince años, hasta 1988 disminuye para observarse en 1988 un peak de aumento y luego permanecer en un valor constante hasta el fin de la serie de tiempo con una tendencia central plana en los últimos nueve años de la serie de tiempo en un valor de 13.5 µg/l.</p>
<p><b>Río Loncomilla:</b> Se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de catorce años, hasta el año 1992 aumenta para luego disminuir con una tendencia central decreciente en los últimos diez años de la serie de tiempo con un valor de 12 µg/l.</p>
<p><b>Río Cauquenes:</b> En una serie de tiempo de quince años el comportamiento entre las estaciones Arrayán y desembocadura es similar desde el año 1992 hasta el término de la serie de tiempo con un comportamiento constante con una tendencia central plana con un valor de 14 y 13 µg/l respectivamente.</p>
<p><b>Río Purapel:</b> En la estación Sauzal se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de doce años, desde el inicio de la serie de tiempo hasta 1989 tiende a disminuir para luego aumentar y permanecer constante hasta el término de esta, con una tendencia central plana en los últimos ocho años de la serie de tiempo con un valor de 15 µg/l.</p>
<p><b>Hierro:</b></p>
<p><b>Río Claro-Talca:</b> En la estación Talca la tendencia central es creciente en una serie de tiempo de diecisiete años con un valor de 0.58 mg/L. En Rauquén se observa un comportamiento que se repite en la serie de tiempo de quince años, el cual disminuye para luego aumentar con una tendencia central creciente en los últimos dos años de la serie de tiempo con un valor de 0.60 mg/L.</p>
<p><b>Río Claro-embalse Colbún:</b> En la estación antes de la junta del río Maule la serie de tiempo es restringida a solo cinco años observándose un aumento desde 1984 hasta 1986, para repetirse el comportamiento a un valor superior hasta 1989 con una tendencia central creciente en un valor de 0.30 mg/L.</p>
<p><b>Río Lircay:</b> El comportamiento observado en la estación Panamericana es relativamente constante en toda la serie de tiempo excepto en los últimos años de la serie de tiempo de quince años, con una tendencia central creciente en los últimos dos años de la serie de tiempo con un valor de 0.40 mg/L.</p>

**Tabla 4.21 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua**

CUENCA DEL RÍO MAULE
<p><u>Río Maule</u>: En las estaciones de Armerillo, longitudinal y Forel la tendencia central es creciente en una serie de tiempo de quince años, con un comportamiento disímil en Armerillo. En la estación de El Forel la tendencia es levemente ascendente hasta un valor de aprox. 0,35 mg/L. En Maule en Armerillo es ascendente hasta aprox. 0,4 mg/L.</p>
<p><u>Río Putagán</u>: En la estación canal Melozal se observa dos comportamientos en la serie de tiempo de quince años hasta 1992 disminuye para luego aumentar y permanecer constante en los últimos cuatro años de la serie de tiempo con un valor de 0.70 mg/L .</p>
<p><u>Río Achibueno</u>: Se observa un solo comportamiento en la serie de tiempo de quince años con tendencia aumentar hasta el término de la serie de tiempo con una tendencia central creciente con un valor de 0.085 mg/L aproximadamente.</p>
<p><u>Río Longaví</u>: Se observa un comportamiento constante en los últimos diez años de una serie de tiempo de dieciséis años, con una tendencia central plana en un valor de 0.2 mg/L .</p>
<p><u>Río Perquilauquén</u>: Se observa un comportamiento que tiende a disminuir en la serie de tiempo de catorce años, con una tendencia central decreciente en un valor de 0.70 mg/L.</p>
<p><u>Río Loncomilla</u>: Se observa un comportamiento que tiende a aumentar en la serie de tiempo de dieciséis años, con una tendencia central creciente en un valor de 0.45 mg/L.</p>
<p><u>Río Cauquenes</u>: En una serie de tiempo de dieciséis años el comportamiento entre las estaciones Arrayán y desembocadura es □nálisi, en la estación Arrayán la tendencia central es creciente con un valor de 0.9 mg/L, en la estación Desembocadura la tendencia central es plana en un valor de 0.7 mg/L en la misma serie de tiempo de la estación anterior.</p>
<p><u>Río Purapel</u>: En la estación Sauzal se observa un comportamiento que se repite en el tiempo con una tendencia central decreciente con un valor de 0.75 mg/L.</p>

#### 4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo 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: Maule en Panamericana, Maule en El Forel, Claro en Rauquén, Perquilauquén antes de la junta con el estero Lavadero, Longaví en La Quiriquina, río Cauquenes en Cauquenes y río Loncomilla en Las Brisas.

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 en todos los puntos
0732MA20	Río Maule en Panamericana	Est. DGA vigente	DBO <sub>5</sub> , color aparente, SD, SST, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , CN <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Sn, CF, CT
0738MA10	Río Maule en El Forel	Est. DGA vigente	
0737CL40	Río Claro en Rauquén	Est. DGA vigente	
0733PE10	Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	Est. DGA vigente	
0735LO10	Río Longaví en la Quiriquina	Est. DGA vigente	
0733CA20	Río Cauquenes en Cauquenes	Punto sin información	
0735LN20	Río Loncomilla en Las Brisas	Est. DGA vigente	

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

Para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, se establece la denominada *Base de Datos Integrada* (BDI), la cual contiene datos recopilados de monitoreos o muestreos realizados a la fecha (información de nivel 1 al nivel 3), datos del Programa de Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE durante el desarrollo de la presente consultoría (información nivel 4) y estimaciones teóricas (información nivel 5) de los parámetros obligatorios DBO<sub>5</sub>, 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 Maule la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA

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

- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4

- Estimaciones del Consultor: Nivel 5

Para la cuenca del río Maule, 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 éste acápite se realiza el análisis de los parámetros de calidad de agua por período estacional: verano, otoño, invierno y primavera.

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

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.23 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Imperial, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

**Tabla 4.23: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Maule Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO			((173,0))	0	((94,7))	0	((115,0))	0
RIO MAULE EN ARMERILLO	220,3	0	185,6	0	156,0	0	146,6	0
RIO MAULE EN LONGAVIQUINA	142,2	0	158,2	0	101,6	0	120,6	0
RIO MAULE EN EL ARRAYAN	117,2	0	153,2	0	115,9	0	133,0	0
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((69,4))	0	((73,0))	0	((68,2))	0	((61,2))	0
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	137,7	0	186,9	0	136,9	0	156,2	0
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	132,4	0	188,5	0	((131,7))	0	166,2	0
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	67,2	0	83,7	0	((61,5))	0	70,9	0
RIO ANCOA EN LLERO	((43,0))	0	((67,5))	0	((72,4))	0	((63,9))	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	82,2	0	111,9	0	(76,2)	0	98,3	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	97,0	0	117,3	0	((109,2))	0	127,3	0
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO	124,2	0	175,30)	0	136,30)	0	145,30)	0
RIO CLARO-TALCA EN LAS BRISAS	124,2	0	165,20)	0	136,20)	0	143,20)	0
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	96,20)	0	165,20)	0	(94,20)	0	137,20)	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	114,0	0	142,50)	0	116,50)	0	100,50)	0
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	76,10)	0	117,30)	0	(66,30)	0	115,30)	0
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO	((15,0))	0	((36,0))	0	((15,0))	0	((36,0))	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	60,00)	0	110,80)	0	(72,30)	0	115,80)	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	(164,30)	0	(171,30)	0	(122,30)	0	132,30)	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	102,30)	0	117,30)	0	(100,30)	0	102,30)	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	151,80)	0	170,00)	0	((123,0))	0	154,50)	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	110	0	130	0	((119))	0	130	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	<10	<2	<10	<2	((17))	2	<10	<2
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	((11))	2	<10	<2	((15))	2	<10	<2
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	16	2	<10	<2	((15))	2	<10	<2
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	16	2	<10	<2	((15))	2	<10	<2
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	10	2	<10	<2	((10,2))	2	<10	<2
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO	(10,5)	0	(15,30)	0	((14,1))	0	(16,30)	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	(14,30)	0	(8,30)	0	((18,30))	0	(10,30)	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	(14,30)	0	(9,30)	0	((18,30))	0	(12,30)	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	(14,30)	0	(9,30)	0	((14,30))	0	(9,30)	0
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((11,8))	0	<10	<2	((9,30))	0	(9,30)	0
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	(10,8))	0	<10	<2	((9,30))	0	(9,30)	0
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	(10,8)	0	(8,9)	0	((6,7))	2	(10,0)	0
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	11,1	0	(8,7)	0			9,9	0
RIO ANCOA EN LLERO	10,2	0	(8,6)	0			(7,9)	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	10,2	0	(8,6)	0			(7,9)	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	10,2	0	(8,6)	0			(7,9)	0
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CLARO-TALCA EN LAS BRISAS	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO ANCOA EN LLERO	10,4	0	(8,1)	0			(8,1)	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	(12,0)	0	(18,50)	0	((17,50))	0	(19,50)	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	((<10))	<1	((<10))	<1	((<10))	<1	((<10))	<1
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1	((<18))	<1
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	7,6	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO	7,6	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	(12,10)	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	7,6	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	7,6	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((12,10))	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	(12,10)	0	(12,10)	0	((7,30))	0	(12,10)	0
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	7,6	0	7,2	0	((6,8))	0	7,7	0
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	7,4	0	7,2	0	((7,3))	0	7,4	0
RIO ANCOA EN LLERO	((7,3))	0	((6,7))	0			((7,3))	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	7,3	0	7,2	0	((7,3))	0	7,3	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	7,1	0	(10,00)	0	((10,50))	0	(10,34)	0
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO	7,8	0	13,13	0	(7,31)	0	13,30	0
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	7,45	0	13,13	0	(7,20)	0	13,30	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	7,45	0	(12,30)	0	(7,20)	0	(12,30)	0
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	7,90	0	7,27	0	((9,05))	0	7,20	0
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO	((6,21))	0	(10,84)	0	((6,30))	0	(10,85)	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	7,40	0	7,30	0	(7,57)	0	7,84	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	(7,35)	0	7,30	0	(7,40)	0	7,74	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	((7,43))	0	7,05	0	(7,42)	0	7,00	0
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	(10,07)	0	(10,07)	0	((10,00))	0	(10,00)	0
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	8,56	0	8,79	0	((8,85))	0	8,70	0
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	1,36	2	0,34	0	((0,82))	1	0,46	0
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	0,24	0	0,55	0	(0,35)	0	0,53	0
RIO LONGAVI EN LAS BRISAS	0,82	1	0,34	0	(0,53)	0	0,39	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA			((0,02))	0			((0,10))	0
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	0,14	0	0,11	0	((0,17))	0	0,09	0
RIO PERQUILAUQUEN A J ESTERO LAVADERO			((0,02))	0			((0,05))	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	0,55	0	0,57	0	((0,30))	0	0,60	0
RIO CLARO-EMBALSAZ COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE	((0,34))	0	(0,15)	0	(0,17)	0	(0,39)	0
RIO PURAPEL EN SAUZAL	1,54	2	0,42	0	(0,90)	1	0,28	0
RIO PUTAGAN EN BOCATOMA CANAL MELOZAL	0,97	1	0,72	0	((0,68))	0	0,58	0

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

Maule

86.

**Tabla 4.23 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Maule. Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO								
RIO MAULE EN ARMERILLO	((0,07))	2	((<0,01))	0	((0,02))	0	((0,02))	0
RIO MAULE EN LONGITUDINAL	((0,08))	2	((0,02))	0	((0,03))	0	((0,02))	0
RIO MAULE EN EL FOREL	((0,03))	0	((0,06))	2	((0,04))	1	((0,04))	1
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((0,03))	0	((<0,01))	0	((0,06))	2	((<0,01))	0
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	((0,14))	2	((0,06))	2	((0,06))	2	((0,07))	2
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	((0,04))	1	((0,05))	1	((0,09))	2	((0,10))	2
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	((0,03))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0	((<0,01))	0
RIO ANCOA EN LLEPO								
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	((0,07))	2	((0,17))	2	((0,07))	2	((0,15))	2
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	((0,06))	2	((0,27))	4	((0,07))	2	((0,12))	2
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	((0,02))	0	((0,03))	0	((0,04))	1	((0,04))	1
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	((0,03))	0	((0,05))	1	((0,04))	1	((0,03))	0
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA			((<0,01))	0			((<0,01))	0
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	((0,03))	0	((0,02))	0	((0,02))	0	((0,02))	0
RIO PERQUILAUQUEN AJ ESTERO LAVADERO			((<0,01))	0			((<0,01))	0
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	((0,05))	1	((0,10))	2	((0,23))	4	((0,14))	2
RIO CLARO-EMBALSE COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE								
RIO PURAPEL EN SAUZAL	((0,07))	2	((0,10))	2	((0,06))	2	((0,03))	0
RIO PUTAGAN EN BOCATOMA CANAL MELOZAL	((0,13))	2	((0,08))	2	((0,08))	2	((0,04))	1

ESTACIÓN DE MUESTREO	Molibdeno (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO								
RIO MAULE EN ARMERILLO	((0,027))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO MAULE EN LONGITUDINAL	((0,023))	2	((0,020))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO MAULE EN EL FOREL	((<0,01))	<1	((0,015))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((0,030))	2	((0,015))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	((0,027))	2	((0,020))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	((0,020))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	((0,017))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO ANCOA EN LLEPO								
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	((0,023))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	((0,017))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	((0,013))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA			((<0,01))	<1			((<0,01))	<1
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	((0,020))	2	((0,020))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO PERQUILAUQUEN AJ ESTERO LAVADERO			((<0,01))	<1			((<0,01))	<1
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	((<0,01))	<1	((0,015))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO CLARO-EMBALSE COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE								
RIO PURAPEL EN SAUZAL	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1
RIO PUTAGAN EN BOCATOMA CANAL MELOZAL	((0,020))	2	((<0,01))	<1	((<0,01))	<1	((0,013))	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO MAULE AGUAS ABAJO DEL MEDANO								
RIO MAULE EN ARMERILLO	((4,47))	3	((1,95))	3	((1,30))	3	((1,29))	3
RIO MAULE EN LONGITUDINAL	((2,90))	3	((1,10))	3	((1,35))	3	((0,86))	2
RIO MAULE EN EL FOREL	((1,53))	3	((0,60))	2	((1,24))	3	((0,58))	2
RIO CLARO-TALCA EN FUENTE DE AGUA	((0,65))	2	((0,40))	2	((1,25))	3	((0,36))	2
RIO CLARO-TALCA EN TALCA	((4,79))	3	((3,60))	3	((1,75))	3	((1,03))	3
RIO CLARO-TALCA EN RAUQUEN	((1,08))	3	((0,90))	2	((1,70))	3	((1,56))	3
RIO ACHIBUENO EN PANAMERICANA	((0,59))	2	((0,45))	2	((0,37))	2	((0,55))	2
RIO ANCOA EN LLEPO								
RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	((1,58))	3	((0,45))	2	((0,78))	2	((0,80))	2
RIO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	((0,77))	2	((0,50))	2	((0,76))	2	((0,63))	2
RIO LIRCAY EN PANAMERICANA	((0,73))	2	((1,15))	3	((1,70))	3	((1,83))	3
RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	((0,60))	2	((0,65))	2	((0,50))	2	((0,80))	2
RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA			((0,30))	2			((0,50))	2
RIO LONGAVI EN PANAMERICANA	((1,01))	3	((0,45))	2	((0,51))	2	((0,45))	2
RIO PERQUILAUQUEN AJ ESTERO LAVADERO			((0,30))	2			((0,42))	2
RIO PERQUILAUQUEN EN QUELLA	((3,80))	3	((2,70))	3	((4,53))	3	((1,33))	3
RIO CLARO-EMBALSE COLBUN ANTES JUNTA RIO MAULE								
RIO PURAPEL EN SAUZAL	((2,30))	3	((2,60))	3	((0,71))	2	((0,53))	2
RIO PUTAGAN EN BOCATOMA CANAL MELOZAL	((1,41))	3	((0,65))	2	((1,64))	3	((0,85))	2

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 Maule.

**Tabla 4.24: Calidad de Agua Cuenca del Río Maule  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	5,1	2
Río Maule en El Forel	4,0	1
Río Claro-Talca en Rauquén	9,5	2
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	4,0	1
Río Longaví en la Quiriquina	2,2	1
Estero Cauquenes en Cauquenes	< 1,5	0
Río Loncomilla en Las Brisas	1,5	0

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	10	0
Río Maule en El Forel	20	1
Río Claro-Talca en Rauquén	30	2
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	30	2
Río Longaví en la Quiriquina	30	2
Estero Cauquenes en Cauquenes	5	0
Río Loncomilla en Las Brisas	25	2

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	147	0
Río Maule en El Forel	108	0
Río Claro-Talca en Rauquén	118	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	95	0
Río Longaví en la Quiriquina	70	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	61	0
Río Loncomilla en Las Brisas	62	0

**Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maule  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<10	0
Río Maule en El Forel	44	2
Río Claro-Talca en Rauquén	82	4
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	21	0
Río Longaví en la Quiriquina	30	1
Estero Cauquenes en Cauquenes	<10	0
Río Loncomilla en Las Brisas	17	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	0,05	0
Río Maule en El Forel	0,06	0
Río Claro-Talca en Rauquén	0,17	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	0,03	0
Río Longaví en la Quiriquina	0,03	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	0,04	0
Río Loncomilla en Las Brisas	0,17	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<3	0
Río Maule en El Forel	<3	0
Río Claro-Talca en Rauquén	<3	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	<3	0
Río Longaví en la Quiriquina	<3	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	<3	0
Río Loncomilla en Las Brisas	<3	0

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<0,01	0
Río Maule en El Forel	<0,01	0
Río Claro-Talca en Rauquén	0,2	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	<0,01	0
Río Longaví en la Quiriquina	<0,01	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	<0,01	0
Río Loncomilla en Las Brisas	<0,01	0

**Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maule  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<0,01	0
Río Maule en El Forel	<0,01	0
Río Claro-Talca en Rauquén	<0,02	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	<0,01	0
Río Longaví en la Quiriquina	<0,01	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	<0,01	0
Río Loncomilla en Las Brisas	<0,01	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<0,01	0
Río Maule en El Forel	<0,01	0
Río Claro-Talca en Rauquén	<0,01	0
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	<0,01	0
Río Longaví en la Quiriquina	<0,01	0
Estero Cauquenes en Cauquenes	<0,01	0
Río Loncomilla en Las Brisas	<0,01	0

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	<300	-
Río Maule en El Forel	<300	-
Río Claro-Talca en Rauquén	<300	-
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	<300	-
Río Longaví en la Quiriquina	<300	-
Estero Cauquenes en Cauquenes	<300	-
Río Loncomilla en Las Brisas	<300	-

Punto de Muestreo	□nálisis□o Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	130	1
Río Maule en El Forel	2600	3
Río Claro-Talca en Rauquén	1,7x10 <sup>3</sup>	4
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	700	1
Río Longaví en la Quiriquina	350	1
Estero Cauquenes en Cauquenes	<2	0
Río Loncomilla en Las Brisas	9,2x10 <sup>4</sup>	4

**Tabla 4.24 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del río Maule  
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Maule en Panamericana	540	1
Río Maule en El Forel	$1,1 \times 10^4$	4
Río Claro-Talca en Rauquén	$3,5 \times 10^5$	4
Río Perquilauquen a/j Est. Lavadero	7300	3
Río Longaví en la Quiriquina	920	1
Estero Cauquenes en Cauquenes	3	0
Río Loncomilla en Las Brisas	$9,2 \times 10^4$	4

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

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

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

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

La Tabla 4.25 explica los factores incidentes en la cuenca del río Maule.

**Tabla 4.25: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maule aguas abajo del Médano  0730-MA-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. Incorporación de aguas termales.	Contaminación difusa debido a ganadería.	Cu, Cr, Mo, Al Posible CF y CT, DBO <sub>5</sub> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas, basaltos andesitas y basaltos.</li> <li>• Volcanismo: Descabezado Grande, Quizapu, Descabezado Chico, San Pedro</li> <li>• Hidrología: Río Maule, emisario de la Laguna del Maule. Incorporación de los ríos Melado y Claro</li> <li>• Hidrogeología: Existencia de Termas de Nitrao, Baños de la Monja, Baños Campanario, entre otros.</li> <li>• Geomorfología: Cajas de río en forma de V.</li> <li>• Ganadería: Veranadas de bovinos, caprinos y ovinos</li> <li>• Cubierta vegetal: Bosque caducifolio de montaña. Estepa alto andina</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maule en Armerillo 0732-MA-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos Incorporación de aguas termales	Contaminación difusa debido a ganadería	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Basamento geológico de formaciones rocosas del período cretácico y terciario consistente en rocas volcánico sedimentarias, con predominancia de calizas, tobas y brechas.</li> <li>• Volcanismo: Descabezado Grande, Quizapu, Descabezado Chico, San Pedro</li> <li>• Industrias: Central Hidroeléctrica Los Cipreses y Pehuenche</li> <li>• Ganadería: Veranadas de bovinos, caprinos y ovinos</li> </ul>
Río Maule en Longitudinal 0732-MA-20	Cambio de régimen léntico a lótico Régimen de caudales regulados por Centrales Hidroeléctricas Filtraciones subterráneas de los embalses	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por centro Poblado Retención de sedimentos	Cu, Cr, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Depósitos no consolidados, rellenos de materiales aluviales y coluviales por los cuales escurre el acuífero asociado. Alta permeabilidad hidráulica</li> <li>• Hidrología: Embalse Colbún</li> <li>• Industrias: Centrales hidroeléctricas: Colbún, y Machicura</li> <li>• Centros Poblados: Localidad de San Clemente (89,6% de tratamiento de aguas servidas) y Colbún.</li> <li>• Descargas: Descarga ESSAM</li> <li>• Agricultura: Actividad agrícola principalmente en hortalizas y gramíneas</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Maule en el Forel 0738-MA-10	Recarga del río Maule por aguas subterráneas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas sedimentarias, metamórficas y plutónicas o hipoabisales consistente en granitos y granodioritas impermeables de nula permeabilidad (batolito costero)</li> <li>• Hidrogeología: Encajonamiento del acuífero que drena paralelo al río Maule por material de relleno no consolidado de alta permeabilidad</li> <li>• Hidrología: Incorporación de ríos Loncomilla y Claro</li> <li>• Geomorfología: Encajonamiento del río por la cordillera de la costa</li> <li>• Silvicultura: Plantaciones de Pinus radiata</li> <li>• Agricultura: Plantaciones de viñas y parronales</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Claro-Talca en Fuente de agua 0737-CL-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES Contaminación Difosa por aguas servidas	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al, SS Posiblemente, DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas consistente en rocas de tipo Volcánicas y sedimentarias</li> <li>• Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Radal Siete Tazas</li> <li>• Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de la Montaña</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Molina (sin planta de tratamiento de A.S.)</li> <li>• Agricultura: Plantaciones de viñas, parronales y hortalizas</li> <li>•</li> </ul>
Río Claro-Talca en Talca 0737-CL-40	Suelos ricos en sales Depósitos piroclásticos (riolíticos)	Contaminación difusa por aguas servidas Descarga de RILES Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al, SS Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Talca (sin Pta. de tratamiento de A.S.)</li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> <li>• Agricultura: Plantaciones de viñas, parronales y hortalizas</li> <li>• Industrias: Fabrica de papel y cartón Schorr y Concha, Curtiembres, industrial alimenticias y agroindustriales, entre otras</li> <li>• Cubierta vegetal: Praderas con matorral espinoso de las serranías</li> </ul>
Río Claro-Talca en Rauquén 0737-CL-50	Aporte de factores incidentes aguas arriba como litología, volcanismo, etc. Suelos salinos	Aporte de factores incidentes aguas arriba como litología, volcanismo, etc. Descarga de RILES Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	OD, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al SS Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura: Plantaciones de viñas, parronales y hortalizas</li> <li>• Industrias: Viña Concha y Toro</li> <li>• Cubierta vegetal: Praderas con matorral espinoso de las serranías</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Achibueno en Panamericana 0735-AC-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Descarga de RILES	Cu, Cr, Mo, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas sedimentarias volcánicas consistente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas.</li> <li>• Volcanismo: Volcán Nevado del Longavi</li> <li>• Hidrología: Incorporación del río Ancoa</li> <li>• Agricultura: Cultivos de hortalizas y gramíneas</li> <li>• Industrias: Agrícola Nova, Cobra Chile, Empresa almacenadora de combustibles EMALCO</li> <li>• Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de la precordillera</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Ancoa en Llepo 0735-AN-10	Trasvase de aguas desde el río Melado al Ancoa por Túnel Canal Melado Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa debido a ganadería	Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas sedimento volcánicas de los períodos cretácico y terciario</li> <li>• Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional “Los Bellotos”</li> <li>• Geomorfología: Valle transversal</li> <li>• Hidrología: Trasvase de cuencas desde el río Melado al Ancoa a través del Túnel Canal Melado</li> <li>• Centros Poblados: Campamento Embalse Ancoa</li> <li>• Ganadería: Veranadas de Bovinos, caprinos y ovinos</li> <li>• Agricultura: Actividad agrícola consistente en hortalizas y gramíneas</li> <li>• Cubierta Vegetal: Bosque caducifolio de la montaña y Bosque caducifolio de la pre-cordillera</li> </ul>
Río Cauquenes en el Arrayán 0733-CA-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas metamórficas e hipoabisales del batolito costero de permeabilidad baja a nula</li> <li>• Hidrología: Río de origen pluvial el que se alimenta de recargas de agua subterránea</li> <li>• Cobertura vegetal: Cultivos de riego con matorral espinoso del secano interior</li> <li>• Agricultura: Cultivo de viñas, parronales, hortalizas cereales y gramíneas</li> </ul>
Río Cauquenes en desembocadura 0733-CA-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por aguas servidas Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Fe, Mn, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional “Los Ruiles”</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Cauquenes (36.400 hbtes) sin planta de tratamiento de a.s.</li> <li>• Silvicultura: Plantaciones de <i>Pinus Radiata</i></li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Lircay en Panamericana 0737-LI-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por aguas servidas	Cu, Mn, Mo, Al Posiblemente, DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones geológicas de rocas de tipo volcánicas</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Pelarco (sin cobertura de tratamiento de aguas servidas)</li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> </ul>
Río Loncomilla en las Brisas 0735-LO-30	Incorporación de aguas superficiales y subterráneas	Actividad agrícola Contaminación difusa por centros poblados RILES de agroindustrias	Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Incorporación de los ríos: Perquilauquén, Cauquenes, Purapel y estero Curipeumo</li> <li>• Centros poblados: Villa Alegre y San Javier</li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> <li>• Agricultura: Plantaciones de viñedos, parronales, y gramíneas</li> <li>• Industrias: Agroindustriales (Arroceras)</li> <li>• Cobertura vegetal: Cultivos de riego</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Longaví en la Quiriquina 0735-LO-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por centros poblados	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CT, CF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas sedimento volcánicas consistente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas</li> <li>• Volcanismo: Volcán Nevado de Longaví</li> <li>• Hidrología: Embalse Bullileo</li> <li>• Centros poblados: San Pablo y Bullileo</li> <li>• Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de la montaña</li> </ul>
Río Longaví en Panamericana 0735-LO-20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por aguas servidas	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CT, CF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcanismo: Nevados de Longaví</li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> <li>• Centros Poblados: Ciudad de Longaví (63.3% de cobertura de tratamiento de aguas servidas)</li> <li>• Agricultura: Cultivos de hortalizas, gramíneas</li> <li>• Cobertura vegetal: Cultivos de riego</li> </ul>
Río Perquilauquén a/j est Lavadero 0733-PE-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por ganadería Contaminación difusa por plaguicidas	Cu, Cr, Mo, Al Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CT, CF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones rocosas sedimento volcánicas consistente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas</li> <li>• Ganadería: Veranadas de animales bovinos, ovinos y caprinos</li> <li>• Volcanismo: Volcán Nevados de Longaví</li> </ul>
Río Perquilauquén en Quella 0733-PE-30	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes	Cu, Fe, Mn, Mo, Al	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Embalse Digua</li> <li>• Industrias: Industrias arroceras</li> <li>• Agricultura: Cultivo de gramíneas</li> <li>• Cobertura vegetal: Cultivos de riego</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Claro-embalse Colbún a/j río Maule (en armerillo) 0732-CR-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por centros poblado Veranadas de animales bovinos, ovinos y caprinos	Cu Posiblemente CF, CT, DBO <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones volcánicas del período cuaternario consistente en coladas, basaltos andesitas y basaltos</li> <li>• Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Altos de Lircay</li> <li>• Centros Poblados: Poblado de Armerillo</li> <li>• Volcanismo: Descabezado Chico, Grande y Quizapu</li> <li>• Cubierta vegetal: Bosque caducifolio de la Montaña</li> </ul>
Río Purapel en Sauzal 0734-PU-10	Lixiviación volumétrica de minerales a partir de las aguas subterráneas Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación dfusa por centros poblados	Cu, Fe, Mn, Al, SS Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geología: Formaciones de rocas metamórficas e intrusivas correspondientes al batolito costero de nula permeabilidad</li> <li>• Agricultura: Cultivos de viñas, hortalizas y gramíneas</li> <li>• Centros poblados: Localidad de Sauzal sin planta de tratamiento, Nirivilo, Mingre y Huerta del Maule</li> <li>• Silvicultura: Plantaciones de <i>pinus radiata</i></li> <li>• Cubierta vegetal: Cultivos de riego y matorral espinoso de las serranías</li> </ul>

**Tabla 4.25 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Maule**

ESTACION / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Putagán en bocatoma canal Melozal 0735-PU-10	Aporte de aguas desde el río Melado Surgencia de aguas panimávidas y termales aguas arriba de este punto	Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes Contaminación difusa por centros poblados Descarga de RILES	Cu, Fe, Mn, Mo, Al, SS Posiblemente DBO <sub>5</sub> , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología: Trasvasije de aguas desde el río Melado</li> <li>• Centros poblados: Localidad de Yervas Buenas sin planta de tratamiento,</li> <li>• Hidrogeología: Termas de Panimávida, Quinamávida entre otras</li> <li>• Industrias: Plantaciones de gramíneas, Unifruiti traders</li> <li>• Descargas: Descarga de ESSAM</li> <li>• Cubierta vegetal: Cultivo de riego y bosque caducifolio de la montaña</li> </ul>

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

### 5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

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

- Maule aguas abajo del Medano
- Maule en Armerillo
- Maule en Longitudinal
- Maule en El Forel

En la Figura 5.1, con información de la DGA, se incluye el perfil longitudinal sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden, al menos una vez, la Clase 0 en la cuenca, para los cuatro períodos estacionales. Dichos parámetros son los siguientes: oxígeno disuelto, hierro, manganeso y aluminio.

No se presentan las representaciones gráficas por existir en su mayoría registros en el límite de detección (LD) de los siguientes parámetros: cobre, cromo y molibdeno.

Debido al reducido número de registros con que se cuenta por período estacional, en esta cuenca se grafican valores medios de cada uno de los parámetros antes mencionados.

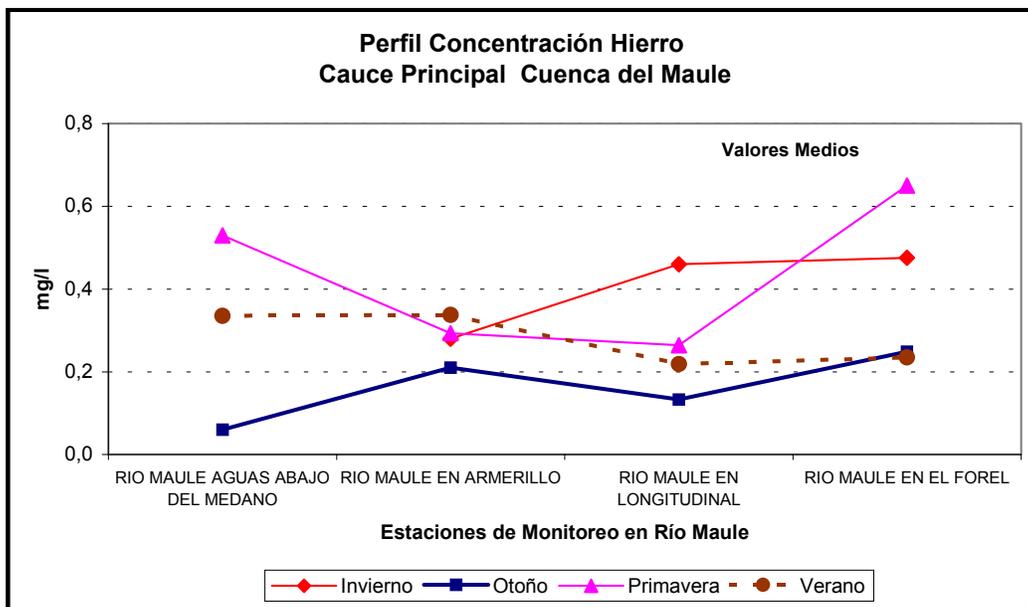
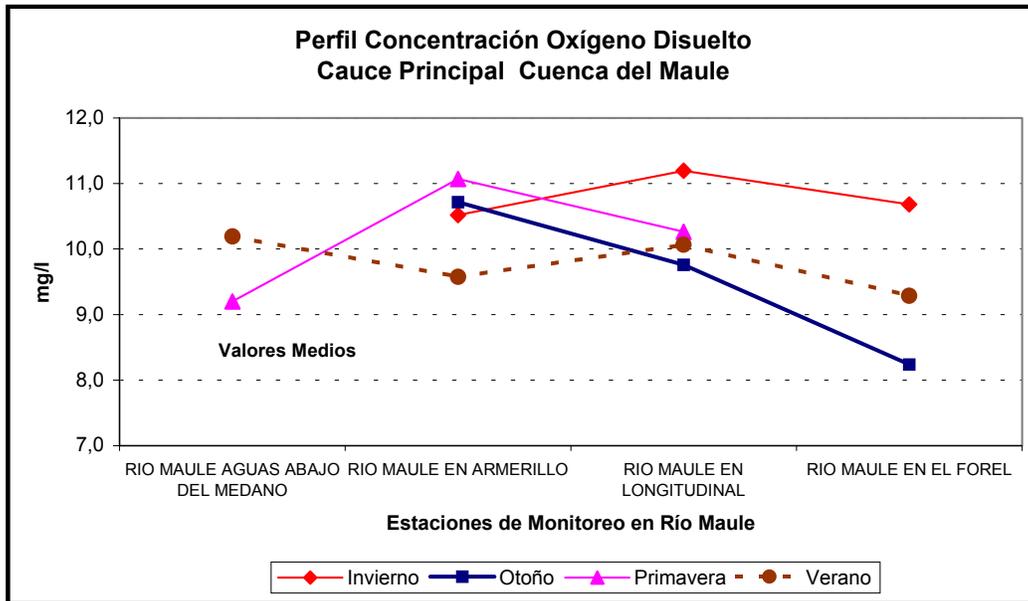


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Maule

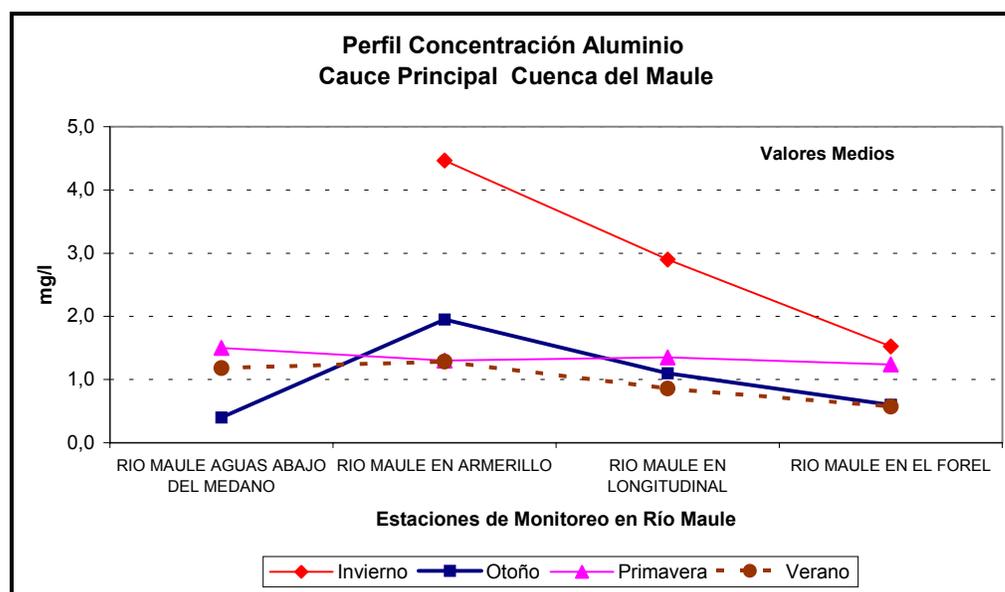
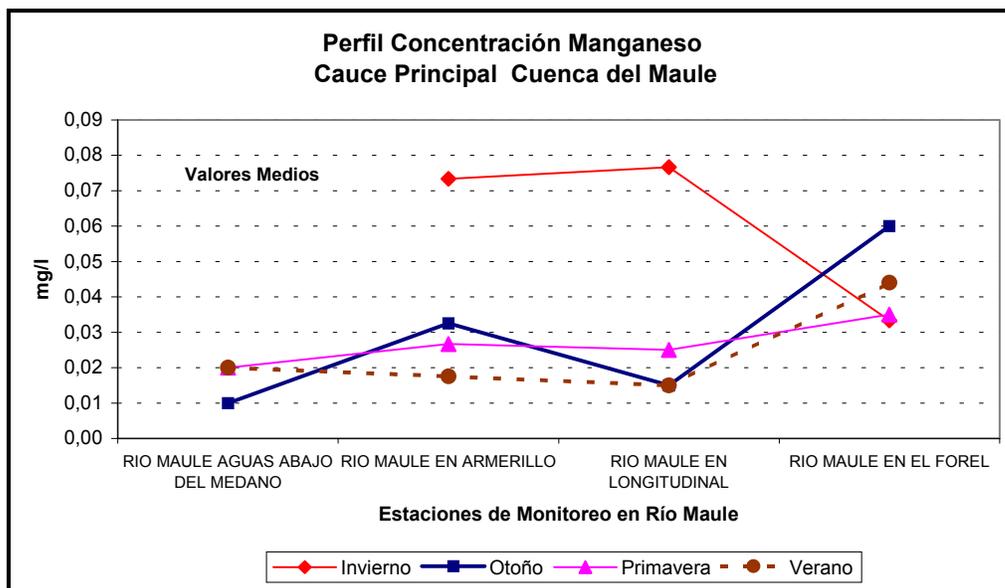


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca de Maule

De las figuras 5.1 se pueden extraer lo siguiente:

- **OD:** Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más altos del oxígeno disuelto (envolvente superior) se presentan en verano, primavera e invierno con valores que tienden a aumentar desde la estación Armerillo hasta el longitudinal y tiende a disminuir hacia la estación El Forel con todos los valores asignados a la clase 0, el valor más alto se observa en la estación Longitudinal siendo superior a 11 mg/l. La envolvente inferior corresponde a primavera, verano y otoño con valores en clase 0. El comportamiento a lo largo del río es el mismo que para la envolvente superior, pero con una pendiente más pronunciada desde la estación longitudinal a la estación Forel. El menor valor se encuentra en El Forel en otoño un poco mayor a los 8 mg/L.
- **Hierro:** La envolvente superior se observa en los períodos de verano, invierno y primavera con un perfil que disminuye desde la parte más alta hasta la estación Armerillo y después aumenta hasta la estación El Forel. En esta estación se observa el mayor valor en clase 0. La envolvente inferior, se observa en otoño, presenta un perfil de concentración opuesto a la envolvente superior desde la estación Armerillo hasta la estación Longitudinal, si en la envolvente superior aumenta en la inferior disminuye y viceversa, en la estación de El Forel el comportamiento de ambas envolventes es idéntico. Con todos los valores en clase 0.
- **Manganeso:** Los perfiles longitudinales del manganeso permiten observar que la envolvente superior se observa en los períodos de invierno y otoño con un comportamiento plano entre las dos primeras estaciones, valores en clase 2, y una notable disminución hacia la estación El Forel. La envolvente inferior presenta un comportamiento plano entre las estaciones Armerillo y Longitudinal. Estos valores más bajos se observan en otoño, verano e invierno y están asignados a la clase 0.
- **Aluminio:** Los perfiles longitudinales permiten observar que la concentración de aluminio tiende a disminuir desde la parte alta del Maule hasta la estación El Forel. La envolvente superior, que se presenta en invierno presenta un perfil decreciente con una fuerte pendiente a lo largo del río con todos los valores en clase 3. El máximo valor se observa en Armerillo de 4.5 mg/L aproximadamente. La envolvente inferior se presenta en verano. El

comportamiento desde la estación armerillo es similar al de la envolvente superior, pero con una pendiente más suave. En Armerillo el valor está clasificado en clase 3, mientras que en el resto del río los valores se asignan a la clase 2.

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

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Imperial presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. Este análisis está basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

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

CUENCA RÍO MAULE
<b>Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST.</b>
<u>CE</u> : Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>DBO<sub>5</sub></u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes y río Loncomilla, en clase 1 en los ríos Maule en El Forel, Perquilauquén y Longaví, y clase 2 en los ríos Maule en Panamericana y Claro en Rauquén.
<u>Color Aparente</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Maule en Panamericana y estero Cauquenes, en clase 1 en el río Maule en El Forel, y clase 2 en los ríos Loncomilla, Perquilauquén, Longaví y Claro-Talca.
<u>OD</u> : Todos los ríos presentan valores en clase 0, a excepción del río Claro en Rauquén en primavera. El río Ancoa no posee registros.
<u>pH</u> : Todos los valores están asignados a la clase 0.
<u>RAS</u> : Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.
<u>SD</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Maule en Panamericana y El Forel, Cauquenes, Loncomilla, Perquilauquén, Longaví y Claro-Talca.
<u>SST</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Loncomilla, Maule en Panamericana, Perquilauquén antes junta estero Lavadero, y estero Cauquenes. En clase 1 en el río Longaví en la Quiriquina, en clase 2 en el Maule en Forel y clase 4 en Claro en Rauquén.

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

CUENCA RÍO MAULE
<b>Inorgánicos (IN) :</b> $\text{NH}_4^+$ , $\text{CN}^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$
<p><math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{CN}^-</math>, <math>\text{F}^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{S}^{2-}</math>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Loncomilla, Maule, Perquilauquén, Longaví, Claro-Talca en Rauquén y estero Cauquenes.</p> <p><math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>: Siempre en clase 0.</p>
<b>Orgánicos Plaguicidas (OP):</b> Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demeton, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.
<b>Metales Esenciales (ME):</b> B, Cu, $\text{Cr}_{\text{total}}$ , Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn
<p><b>B:</b> No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><b>Cu:</b> Los ríos Maule, Achibueno, Cauquenes, Lircay, Loncomilla, Perquilauquén, Purapel y Putagán poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en invierno y primavera. Los ríos Claro y Longaví tienen todos sus valores en límite de detección analítico. El río Ancoa no posee registros. El río Claro-embalse Colbún antes de la junta del río Maule (en Armerillo) con valores en clase 2.</p> <p><b><math>\text{Cr}_{\text{total}}</math>:</b> Los ríos Maule en Armerillo y en Longitudinal, Claro, Cauquenes en El Arrayán, Loncomilla y Longaví poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en primavera. Los ríos Maule en El Forel, Cauquenes en Desembocadura, Lircay, Perquilauquén, Purapel y Putagán tienen todos sus valores en límite de detección. El río Ancoa no posee registros. Río Claro-embalse Colbún antes de la junta del río Maule (en Armerillo) sin registros.</p> <p><b>Fe:</b> Los ríos Maule, Claro, Achibueno, Ancoa, Lircay, Loncomilla, Longaví, Perquilauquén y Putagán tienen todos los valores asignados a la clase 0. Las variaciones se observan en el río Claro en Talca en verano (clase 1), río Claro en Rauquén en primavera (clase 2), Loncomilla y Putagán en invierno (clase 1). En los ríos Cauquenes y Purapel no se observa variación estacional entre otoño y verano con valores en clase 0. En invierno se presentan los valores más altos asignados a la clase 2.</p> <p><b>Mn:</b> La concentración de manganeso presenta el mismo comportamiento en las dos estaciones de la parte alta del río, Armerillo y Longitudinal, sin variación estacional entre otoño, primavera y verano en clase 0, mientras que en invierno los valores se asignan a la clase 2. En el Forel los niveles de concentración son similares entre primavera y verano en clase 1. En otoño se alcanzan valores en clase 4. El río Claro en Talca no presenta variación estacional con valores en clase 2, que se mantienen hacia Rauquén, salvo en los períodos de invierno y otoño, donde los valores disminuyen a clase 1. Los ríos Achibueno, Longaví y Cauquenes presentan valores similares durante todo el año en clase 0 para los dos primeros y clase 2 en el río Cauquenes respectivamente, con la única excepción del río Cauquenes en Desembocadura en otoño en clase 4. El río Lircay no presenta variación estacional entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en clase 0 y 1 respectivamente. El río Loncomilla mantiene sus niveles de concentración entre invierno-verano y otoño-primavera en también en clase 0 y 1 respectivamente. El río Perquilauquén presenta un comportamiento disímil con el máximo valor en primavera en clase 4. Los</p>

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

<b>CUENCA RÍO MAULE</b>
<p>ríos Purapel y Putagán presentan sus valores en clase 2, salvo en verano donde los valores son más bajos, en clase 0 y 1 respectivamente.</p> <p><u>Mo</u>: Los ríos Maule, Claro, Achibueno, Cauquenes, Lircay, Longaví, Perquilauquén, y Putagán poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en invierno, seguido de la primavera. Los ríos Loncomilla y Purapel tienen todos sus valores en límite de detección. El río Ancoa no posee registros.</p> <p><u>Ni, Se, Zn</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p>
<p><b>Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb</b></p> <p><u>Al</u>: El río Maule tiene sus valores en clase 3, que tienden a disminuir hacia la parte baja, pasando a clase 2 en Longitudinal en verano y en El Florel en otoño y verano. El río Claro-Talca tiene todos sus valores en clase 3, excepto en Rauquén en otoño (clase 2). En los ríos Achibueno y Loncomilla se observan todos los valores e clase 2 sin variación estacional. El río Perquilauquén tampoco presenta variación durante el año con valores en clase 3. El río Cauquenes tiene todos los valores en clase 2, excepto en invierno, donde la concentración tiende a aumentar hacia la parte baja del río pasando a clase 3 en la estación El Arrayán. Los ríos Lircay y Longaví no presentan variación estacional entre otoño, primavera y verano con valores en clase 3 y 2 respectivamente. En invierno se observan valores en clase 2 y 3. Los ríos Purapel y Putagán presentan sus valores más altos de concentración en clase 3 en invierno-otoño en el río Purapel y en invierno-primavera en el río Putagán.</p> <p><u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.</p> <p><u>Cd, Hg y Pb</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><u>Sn</u>: No posee información.</p>
<p><b>Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT</b></p> <p><u>CF</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes en Cauquenes, en clase 1 en los ríos Perquilauquén, Longaví y Maule en Panamericana, en clase 4 en Loncomilla y río Claro-Talca y en clase 3 en el río Maule en El Forel.</p> <p><u>CT</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes en Cauquenes, en clase 1 en los ríos Longaví y Maule en Panamericana, en clase 4 en Loncomilla, río Claro-Talca y Maule en El Forel, y en clase 3 en el río. Perquilauquén antes de la junta del estero Lavadero.</p>

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

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

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

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

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

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el período estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el período estacional más desfavorable
- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo de CADE-IDEPE y que no cuentan con información de nivel superior (niveles 1 a 3), se utilizan los datos puntuales obtenidos (información nivel 4). Para la cuenca del río Maule, estos parámetros son: DBO<sub>5</sub>, color aparente, SD, SST, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, CN<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, S<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

**Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual**

**Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Maule**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Maule Aguas abajo del Medano	0730-MA-10	CE, OD, pH, Fe, Mn, CF	DBO <sub>5</sub>	SST	Al		Cu, Cr <sub>total</sub> , Mo,	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.
Río Maule en Armerillo	0732-MA-10	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu, Cr, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub>	Al	SST	B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.
Río Maule en Longitudinal	0732-MA-20	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As, color aparente, SST, SD, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, CN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup>	CF, CT	Cu, Cr, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub>	Al		B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003: DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, CN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.

Maule

112.

**Tabla.5.2<sup>a</sup> (Continuación): Cauce Principal: Río Maule**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Maule en El Forel	0738-MA-10	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, CN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , SD	DBO <sub>5</sub> , color aparente	Mo, Mn, SST	Al, CF	CT	Cr, B, Cd, Hg, Pb, Cu	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SS y CF  Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003: DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, CN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Maule: Conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, aluminio, color aparente, coliformes totales

**Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Claro-Talca**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Claro-Talca en Fuente de Agua	0737-CL-10	Ce, OD, pH	Fe, CF	Cu, Cr total, Mn, Mo, SST	Al			Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.
Río Claro-Talca en Talca	0737-CL-30	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	Fe, CF	Cr, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub>	Al	SST	Cu, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

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

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Claro-Talca en Rauquén	0737-CL-40	CE, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Ni, Se, Zn, As, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F, CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , SD			OD, Cr, Fe, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub> , color aparente	Al	CF, CT, SST	Cu, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1 y 3.  Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 : DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.

Maule

114.

**Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Claro-embalse Colbún**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Claro-embalse Colbún a/j río Maule (en Armerillo)	0732-CR-10	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu			DBO <sub>5</sub> , SST	B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Achibueno**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Achibueno en Panamericana	0735-AC-20	CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu, Cr, Mo, Al, DBO <sub>5</sub> , SST				B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2e: Cauce Secundario: Río Ancoa**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Ancoa en Llepo	0735-AN-10	CE, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Ni, Se, Zn, As, SST, CF	DBO <sub>5</sub>				B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2f: Cauce Secundario: Río Cauquenes**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Cauquenes en El Arrayán	0733-CA-10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub>	Al	SST	B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

Maule

116.

**Tabla 5.2f (Continuación): Cauce Secundario: Río Cauquenes**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Cauquenes en Cauquenes	0733-CA-20	DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.						Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 : DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.
Río Cauquenes en Desembocadura	0733-CA-20	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu, Fe, Mo, Al		Mn, DBO <sub>5</sub> , SST	Cr, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2g: Cauce Secundario: Río Lircay**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Lircay en Panamericana	0737-LI-10	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	Mn, DBO <sub>5</sub> , CF	Cu, Mo	Al	SST	Cr, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

Tabla 5.2h: Cauce Secundario: Río Loncomilla

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Loncomilla en Las Brisas	0735-LN-20	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As, DBO <sub>5</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , SST, SD	Fe, Mn,	Cu, Cr, Al, color Aparente			CF, CT	Mo, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003: DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.

Tabla 5.2i: Cauce Secundario: Río Longaví

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación	
		0	1	2	3	4				
Río Longaví en la Quiriquina	0735-LO-10	CE, OD, pH, Fe, Mn, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , SD	DBO <sub>5</sub> , SST, CF, CT	Al, color aparente				Cu, Cr total, Mo,	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 : DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.
Río Longaví en Panamericana	0735-LO-20	CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cr, Mo, DBO <sub>5</sub>	Al			Cu, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2j: Cauce Secundario: Río Perquilauquén**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Perquilauquén a/j estero Lavadero	0733-PE-10	CE, OD, pH, Fe, Mn, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , SST, SD	DBO <sub>5</sub> , CF	Al, color aparente	CT		Cu, Cr <sub>total</sub> , Mo	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 : DBO <sub>5</sub> , color aparente, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , F <sup>-</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CF, CT, SST, SD.
Río Perquilauquén en Quella	0733-PE-10	CE, OD, pH, Fe, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	CF	Cu, Mo,	Al	Mn	Cr, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2k: Cauce Secundario: Río Purapel**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Purapel en Sauzal	0734-PU-10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	DBO <sub>5</sub> , CF	Cu, Mn, Fe	Al	SST	Cr, Mo, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

**Tabla 5.2l: Cauce Secundario: Río Putagán**

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Putagán en bocatoma canal Melozal	0735-PT-10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , Ni, Se, Zn, As	Fe, CF	Cu, Mn, Mo	DBO <sub>5</sub> , Al		Cr, B, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3. Información nivel 5 estimada por CADE-IDEPE para DBO <sub>5</sub> , SST y CF.

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

- Estero Los Puercos
- Estero Curipeumo

## Maule

120.

### 5.4 Calidad Natural y Factores Incidentes

La tabla 5.3 se identifican los parámetros que exceden la clase 0 en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Maule, 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 naturales en la cuenca del río Maule**

Estación	SEGMENTO	Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	Fe ( $\text{mg/L}$ )	Mn ( $\text{mg/L}$ )	Mo (mg/L)	Al ( $\text{mg/L}$ )
Río Maule aguas abajo del Médano	0730-MA-10	((<10))	((<10))	Clase 0	Clase 0	((<0,01))	((1,5))
Río Maule en Armerillo	0732-MA-10	20	((20))	Clase 0	((0,07))	((0,027))	((4,47))
Río Maule en Longitudinal	0732-MA-40	20	((20))	Clase 0	((0,08))	((0,023))	((2,9))
Río Maule en el Forel	0738-MA-10	<10	(<10)	Clase 0	((0,06))	((0,015))	((1,53))
Río Claro-Talca en fuente de agua	0737-CL-10	((15))	((13))	((0,98))	((0,06))	((0,03))	((1,25))
Río Claro-Talca en Talca	0737-CL-40	<10	((25))	0,81	((0,14))	((0,027))	((4,79))
Río Claro-Talca en Rauquén	0737-CL-50	<10	((20))	((1,18))	(0,1)	((0,02))	((1,7))
Río Achibueno en Panamericana	0735-AC-20	13	((20))	Clase 0	Clase 0	((0,017))	((0,59))
Río Ancoa en Llepo	0735-AN-20	s/i	s/i	Clase 0	s/i	s/i	s/i
Río Cauquenes en el Arrayán	0733-CA-10	((15))	((25))	1,56	((0,17))	((0,023))	((1,58))
Río Cauquenes en desembocadura	0733-CA-20	((17))	((<10))	1,36	((0,27))	((0,017))	((0,77))
Río Lircay en Panamericana	0737-LI-20	((15))	((<10))	Clase 0	((0,04))	((0,013))	((1,83))
Río Loncomilla en las Brisas	0735-LO-30	16	((20))	0,82	((0,05))	((<0,01))	(0,8)
Río Longaví en la Quiriquina	0735-LO-10	((<10))	((<10))	Clase 0	Clase 0	((<0,01))	((0,5))
Río Longaví en Panamericana	0735-LO-20	<10	((20))	Clase 0	Clase 0	((0,02))	((1,01))

**Tabla 5.3: Valores estacionales máximo de los parámetros naturales en la cuenca del río Maule**

Estación	SEGMENTO	Cu ( $\mu\text{g/L}$ )	Cr ( $\mu\text{g/L}$ )	Fe ( $\text{mg/L}$ )	Mn ( $\text{mg/L}$ )	Mo (mg/L)	Al ( $\text{mg/L}$ )
Río Perquilauquén a/j est Lavadero	0733-PE-10	((<10))	((<10))	Clase 0	Clase 0	((<0,01))	((0,42))
Río Perquilauquén en Quella	0733-PE-30	((20))	(<10)	Clase 0	((0,23))	((0,015))	((4,53))
Río Claro-embalse Colbún a/j río Maule (en armerillo)	0732-CR-10	((27))	s/i	Clase 0	s/i	s/i	s/i
Río Purapel en Sauzal	0734-PU-10	20	((<10))	1,54	((0,10))	((< 0.01))	((2,6))
Río Putagan en bocATOMA canal Melozal	0735-PU-10	(14)	(<10)	0,97	((0,13))	((0,02))	((1,64))

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

Fuente: Elaboración propia, s/i: sin información

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

- Los metales en solución son gravitantes en la calidad del agua del río Maule.
- El cobre y aluminio están presentes en los cursos de agua principales de la cuenca.
- El manganeso y molibdeno están ampliamente distribuidos por la cuenca.

#### 5.4.1 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a  $27 \mu\text{g/L}$  (Est. DGA río Claro a/j río Maule – verano).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas

## Maule

122.

por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Claro.

### 5.4.2 Cromo

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 25 µg/L (Est. DGA río Cauquenes en el Arrayán - primavera).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente de los ríos Cauquenes y Claro.

### 5.4.3 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 1,56 mg/L (Est DGA río Cauquenes en el Arrayán - invierno), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 95%.

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Cauquenes.

### 5.4.4 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 0,27 mg/L (Est DGA río Cauquenes en desembocadura - otoño).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas -, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Cauquenes.

En la sección media en cambio el efecto edafológico pasa a ser el relevante, pues los suelos presentan cantidades de manganeso que se hacen más presentes cuando ocurren precipitaciones, o durante el riego tendido.

#### 5.4.5 Molibdeno

Los valores de molibdeno procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 0,03 mg/l (Est. DGA río Claro en fuente de agua - invierno).

Estos altos valores medidos en la parte alta de la cuenca se deben a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones volcánicas andinas -, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Claro.

#### 5.4.6 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 4,79 mg/L (Est. DGA río Claro en Talca - 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 escasa cubierta vegetacional - origina que los compuestos de aluminicosilicatos se encuentren siempre presentes en los cursos del Maule.

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.

#### 5.4.7 Falencias de información

No se dispone de datos de Sólidos suspendidos, que son de origen natural y antrópico por lo que requiere esta información, además estos están relacionados con las escorrentías de aluminosilicatos que favorecen la solubilización de metales.

#### 5.4.8 Conclusiones

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

- La calidad natural en la parte alta de la cuenca de los ríos Maule, Claro, Longaví, Achibueno y Perquillauquén está dominada por el efecto de los volcanes de la cuenca. Adicionalmente a lo anterior predomina una litología de rocas sedimentarias – volcánicas con presencia de calizas y arcillas.
- En el valle central comienza a predominar el efecto de las aguas subterráneas, las cuales le adicionan a los cursos de agua contenido de compuestos metálicos.
- La concentración de aluminio en la cuenca resulta anormalmente alta especialmente en los ríos Claro, Perquillauquén y Maule en Armerillo.
- Las cuencas costeras que drenan hacia el valle central son fuertemente de origen subterráneas, por lo cual presentan contenido de metales en solución y particulado.
- En el litoral, existe una fuerte interrelación entre el acuífero y el río Maule, el cual le adiciona metales en solución, los cuales provienen de la lixiviación volumétrica de toda la litología existente desde la cordillera de los Andes hasta el litoral mismo.

## 6. PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS

### 6.1 Establecimiento de Tramos

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

La segmentación preliminar de la cuenca del río Maule 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 Maule**

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Claro-Talca	0737CL10	CL-TR-10	De : Naciente río Claro-Talca Hasta : Estación de Calidad río Claro-Talca en Talca
	0737CL20		
	0737CL30		
	0737CL40	CL-TR-20	De : Estación de Calidad río Claro-Talca en Talca Hasta : Confluencia río Maule
	0737CL50		
Río Lircay	0737LI10	LI-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia río Claro
Río Claro-embalse Colbún	0732CR10	CR-TR-10	De : Naciente Hasta : Confluencia río Maule
Río Maule	0730MA10	MA-TR-10	De: Naciente en Laguna El Maule Hasta : Confluencia río Claro
	0730MA20		
	0732MA10	MA-TR-20	De: Confluencia río Claro Hasta : Confluencia Río Loncomilla
	0732MA20		
	0736MA10	MA-TR-30	De: Confluencia Río Loncomilla Hasta : Confluencia Río Claro
	0738MA10	MA-TR-40	De: Confluencia Río Claro Hasta : Desembocadura
	0738MA20		

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

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Putagán	0735PT10	PT-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Loncomilla
	0735PT20		
Río Ancoa	0735AN10	AN-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Achibueno
Río Achibueno	0735AC10	AC-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Loncomilla
	0735AC20		
	0735AC30		
Río Loncomilla	0735LN10	LN-TR-10	De: Confluencia Río Longaví y Perquillauquén Hasta : Confluencia Río Maule
	0735LN20		
	0735LN30		
Río Longaví	0735LO10	LO-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Perquillauquén
	0735LO20		
	0735LO30		
Río Perquillauquén	0733PE10	PE-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Cauquenes
	0733PE20		
	0733PE30		
	0733PE40		
	0734PE10	PE-TR-20	De: Confluencia Río Cauquenes Hasta : Confluencia Río Longaví
	0734PE20		
Estero Curipeumo	0733CU10	CU-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Perquillauquén
Río Cauquenes	0733CA10	CA-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Perquillauquén
	0733CA20		
	0733CA30		
Río Purapel	0734PU10	PU-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Perquillauquén
	0734PU20		
Estero Los Puercos	0738PR10	PR-TR-10	De: Naciente Hasta : Confluencia Río Claro
Río Melado	0730ME10	ME-TR-10	De: Naciente río Melado Hasta: Confluencia río Maule

En la lámina 1940-MAU-02 se ilustra la ubicación de los segmentos que dan origen a los tramos y en la lámina 1940-MAU-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 Maule**

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		
Río Claro-Talca	CL-TR-10	2	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Fe	Otros parámetros seleccionados	
								2	Cu, Cr, Mn, Mo		
								3	Al		
								4	SST		
	CL-TR-20	--	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
									2	Fe, Cr, Mn, Mo, OD, color, DBO <sub>5</sub>	
									3	Al	
									4	SST, CF, CT	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Maule: Conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, aluminio, color aparente, coliformes totales

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

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	
Río Lircay	LI-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Mn	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Mo	
								3	Al	
								4	SST	
Río Claro-embalse Colbún	CO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros Parámetros seleccionados
								2	Cu	
								3	--	
								4	SST	

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

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	
Río Maule	MA-TR-10	2	(*)	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	--	
								3	Al	
								4	--	
	MA-TR-20	2	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CF, CT	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Mn, Mo, DBO <sub>5</sub>	
								3	Al	
								4	--	
	MA-TR-30	--	--	--	s/i	No hay	0 (ver nota)	Otras Clases	s/i	Parámetros Seleccionados de la Cuenca
	MA-TR-40	--	(*)	--	0	No hay	0	1	Color, DBO <sub>5</sub>	Otros parámetros seleccionados
								2	Mo, Mn, SST	
								3	Al, CF	
								4	CT	

Nota: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo MA-TR-40 (río Maule)

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

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	
Río Putagán	PU-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Fe	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Mn, Mo,	
								3	Al	
								4	--	
Río Ancoa	AN-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Todos los parámetros seleccionados.
								2	--	
								3	--	
								4	--	

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

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	
Río Achibueno	AC-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Mo, Al	
								3	--	
								4	--	
Río Loncomilla	LN-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	Fe, Mn	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al, Color	
								3	--	
								4	CT, CF	
Río Longaví	LO-TR-10	--	(*)	Clase 1 a 3	0	1	0	1	DBO <sub>5</sub> , CF, CT, SST	Otros parámetros seleccionados
								2	Cr, Mo, Color	
								3	Al	
								4	--	

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

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	
Río Perquilauquén	PE-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CF, DBO <sub>5</sub>	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Mo, Color	
								3	Al, CT	
								4	Mn	
	PE-TR-20	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (ver nota)	Otras Clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

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

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

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	
Río Curipeumo	CU-TR-10	--	--	Clase 1 a 3	s/i	1	1 (ver nota)	Otras Clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Cauquenes	CA-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mo	
								3	Al	
								4	Mn	
Río Purapel	PL-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Mn, Fe	
								3	Al	
								4	--	

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

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

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	
Estero Los Puercos	PR-TR-10	--	--	--	--	No hay	0 (ver nota 1)	Otras Clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Melado	ME-TR-10	..	..	..	..	No hay	0 (ver nota 2)	Otras Clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados

Nota 1: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo MA-TR-40 (río Maule)

Nota 2: Aplicando el principio de continuidad y solidaridad se le asigna igual clase objetivo que el tramo MA-TR-10 (río Maule)

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

### 6.3 Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo

Con el fin de presentar el Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo, se elabora para todos los parámetros obligatorios y para aquellos parámetros principales que poseen información que permite hacer una distinción estacional, una tabla que contiene la siguiente información:

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

Las tablas generadas en éste punto, para la cuenca del río Maule 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 río Maule, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 6 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeso
- Molibdeno
- Aluminio

#### 7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Maule aguas abajo del Medano	95
Río Maule en Armerillo	95
Río Maule en Longitudinal	95
Río Maule en el Forel	84
Río Claro en fte de Agua	95
Río Claro en Talca	92
Río Claro en Rauquén	78
Río Achibueno en Panamericana	95
Río Ancoa en Llepo	95
Río Cauquenes en el Arrayán	96
Río Cauquenes en desembocadura	93
Río Lircay en Panamericana	96
Río Loncomilla en las Brisas	88
Río Longaví en la Quiriquina	95
Río Longaví en Panamericana	85
Río Perquilauquén a/j est Lavadero	96
Río Perquilauquén en Quella	89
Río Claro a/j río Maule	92
Río Purapel en Sauzal	90
Río Putagan en bocatoma canal Melozal	90

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Maule posee tributarios de buena calidad. El cauce principal, calidad buena, a pesar de existir intervención antrópica. La memoria de cálculo de la tabla se encuentra en anexo 7.1.

### 7.1.3 Estimación del ICAS objetivo

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

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

Estación de Muestreo	Clase Objetivo
Río Maule aguas abajo del Medano	0
Río Maule en Armerillo	0
Río Maule en Longitudinal	0
Río Maule en el Forel	0
Río Claro en fte de Agua	0
Río Claro en Talca	0
Río Claro en Rauquén	0
Río Achibueno en Panamericana	0
Río Ancoa en Llepo	0
Río Cauquenes en el Arrayán	0
Río Cauquenes en desembocadura	0
Río Lircay en Panamericana	0
Río Loncomilla en las Brisas	0
Río Longaví en la Quiriquina	0
Río Longaví en Panamericana	0
Río Perquilauquén a/j est Lavadero	0
Río Perquilauquén en Quella	0
Río Claro a/j río Maule	0
Río Purapel en Sauzal	0
Río Putagan en bocatoma canal Melozal	0

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

**Tabla 7.3: Índice de calidad de aguas superficiales para calidad objetivo**

Estación de Muestreo	ICAS
Río Maule aguas abajo del Medano	97
Río Maule en Armerillo	96
Río Maule en Longitudinal	96
Río Maule en el Forel	90
Río Claro en fte de Agua	97
Río Claro en Talca	95
Río Claro en Rauquén	90
Río Achibueno en Panamericana	97
Río Ancoa en Llepo	96
Río Longaví en la Quiriquina	96
Río Longaví en Panamericana	89
Río Perquilauquén a/j est Lavadero	97
Río Perquilauquén en Quella	91
Río Claro a/j río Maule	94
Río Purapel en Sauzal	92
Río Putagan en bocatoma canal Melozal	92

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, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Aluminio, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Boro, Cadmio, Mercurio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Sólidos Disueltos, Amonio, Cianuro, Fluoruro, Nitrito, Sulfuro, Estaño
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: Los del Instructivo, según Anexo A.9, Sección 6.5 (sólo dos años)

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

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

Tabla 7.4: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Maule Aguas abajo del Medano	Río Maule en Armerillo	Río Maule en Longitudinal	Río Maule en El Forel	Río Claro (1) en Fuente de Agua	Río Claro(1) en Talca	Río Claro (1) en Rauquén	Río Claro(2) a/río Maule (en Armerillo)	Río Achibueno en Panamericana	Río Ancoa en Llepo
	COD_SEG	0730MA10	0732MA10	0732MA40	0738MA10	0737CL10	0737CL40	0737CL50	0732CL10	0735AC20	0735AN20
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
<b>INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS</b>											
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
RAS											
Sól disueltos	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<b>INORGANICOS</b>											
Amonio	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cianuro	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	mg/l										
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrito	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/l										
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Cobre	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Cromo total	µg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Hierro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Níquel	µg/l										
Selenio	µg/l										
Zinc	mg/l										
<b>METALES NO ESCENCIALES</b>											
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l										
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>											
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	Río Cauquenes en El Arrayán	Río Cauquenes en Desierto	Río Lircay en Panamericana	Río Loncomilla en Las Brisas	Río Longaví en la Quiriquina	Río Longaví en Panamericana	Río Perquiaguén ajustado Lavadero	Río Perquiaguén en Quella	Río Rapel en Sauzal	Río Putagán en bocanera canal Mulozal
	COD_SEG	0733CA10	0733CA20	0737LI20	0736LC80	0736LO10	0736LC20	0733FE10	0733FE30	0734FU10	0736FU10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
<b>INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS</b>											
Conductividad Eléctrica	µS/cm	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
PM5											
Sólidos totales	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sólidos suspendidos	mg/l	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<b>INORGÁNICOS</b>											
Amonio	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cloruro	µg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cloruro	mg/l										
Fluoruro	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Nitrato	mg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sulfato	mg/l										
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Cobre	µg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Cromio total	µg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Hierro	mg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Manganeso	mg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Molibdeno	mg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Níquel	µg/l										
Selenio	µg/l										
Zinc	mg/l										
<b>METALES NO ESCENCIALES</b>											
Aluminio	mg/l	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL
Arsenico	mg/l										
Cadmio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Estaño	µg/l	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Mercurio	µg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD
<b>INDICADORES MICROBIOLÓGICOS</b>											
CFecales (NMP)	gámetas/100	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CTotales (NMP)	gámetas/100	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL	FPL

Parámetro	Sintología
Obligatorio	O
Principal	FPL
Si información	SI
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-MAU-01: Usos del suelo
- 1940-MAU-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-MAU-03: Calidad objetivo

### 7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mapa Agroclimático de Chile. Ministerio de Agricultura. 1989.
2.2	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Volcanismo. 2002. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000
2.3	VOLCANES Activos de Chile <a href="http://povi.org/chile.htm">http://povi.org/chile.htm</a>
2.4	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.5	GESAM CONSULTORES LTDA. Estudios Específicos de Línea de Base Flora y Fauna Acuática y Calidad de Aguas: Proyecto Embalse Ancoa, VII Región. Informe Final. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas. 2002.
2.6	INE, Instituto Nacional de Estadísticas <a href="http://www.censo2002.cl">http://www.censo2002.cl</a>
2.7	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.8	SINIA, Sistema Nacional de Información Ambiental. <a href="http://www.sinia.cl">http://www.sinia.cl</a>
3.1	IPLA Ltda. Análisis uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. 1996.
3.2	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. Estadísticas el Medio Ambiente 1998-2002
3.3	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructura de Aprovechamiento.1991.