

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 ANDALIEN

DICIEMBRE 2004

CADE-IDEPE
CONSULTORES EN INGENIERIA

NDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	2
2.1	Cartografía y segmentación preliminar	2
2.2	Sistema Físico - natural	4
2.2.1	Clima	4
2.2.2	Geología y volcanismo	5
2.2.3	Hidrogeología.....	5
2.2.4	Geomorfología.....	6
2.2.5	Suelos	7
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Andalién.....	7
2.3.1	Flora terrestre y acuática	7
2.3.2	Fauna acuática	8
2.3.3	Fauna íctica.....	9
2.4	Sistemas Humanos.....	11
2.4.1	Asentamientos humanos	11
2.4.2	Actividades económicas	11
2.5	Usos del Suelo	12
2.5.1	Uso agrícola.....	12
2.5.2	Uso forestal.....	12
2.5.3	Uso urbano.....	13
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	13
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	14
3.1	Información Fluviométrica.....	14
3.2	Usos del Agua.....	15
3.2.1	Usos in – situ	15
3.2.2	Usos extractivos.....	16
3.2.3	Biodiversidad.....	17
3.2.4	Usos ancestrales.....	17
3.2.5	Conclusiones.....	18

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.3	Descargas a cursos de agua	20
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	20
3.3.2	Residuos Industriales Líquidos	22
3.4	Datos de Calidad de Aguas	25
3.4.1	Fuentes de Información	25
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	26
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	28
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	28
4.1.1	Análisis por estación	28
4.1.2	Conclusiones	30
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	31
4.2.1	Selección de parámetros	31
4.2.2	Análisis de tendencia central	34
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	36
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	36
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	38
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	41
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	43
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	43
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	43
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	45
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	48
5.4.1	Hierro	48
5.4.2	Manganeso	48
5.4.3	Aluminio	49
5.4.4	Falencias de información	49
5.4.5	Conclusiones	49

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	50
6.1	Establecimiento de Tramos	50
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	50
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	54
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	55
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial	55
7.1.1	Antecedentes.....	55
7.1.2	Estimación del ICAS	55
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	56
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	56
7.3	Sistema de Información Geográfico	60
7.4	Referencias	60

ANEXOS

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

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

El río Andalién es el de mayor importancia en el interfluvio Itata-Bío Bío. Tiene su desembocadura inmediatamente al norte de la del río Bío Bío, pero en otra rada. Al norte del Andalién se desarrollan las pequeñas hoyas de los ríos Rafael y Lirquén, con 282 km² y 20 km², respectivamente.

El río Andalién nace de la unión de los esteros Poñén, que viene de la línea de displuvio del norte y, Curapalihue, que viene del sur. Esta cuenca forma parte de la VIII Región del Bío Bío, cubre 780 km² y su curso 36 km de longitud. Describe innumerables vueltas entre las cerrilladas de la cordillera costera, la última de las cuales es un arco abierto al sur que bordea la ciudad de Concepción, donde en plena llanura aluvial suele dividirse en dos o más brazos antes de vaciarse en un gran ensanchamiento de la costa sur de la bahía de Concepción. Su gasto es muy variable y sensible a las lluvias que caen en la cordillera de la Costa.

En esta cuenca, el cauce seleccionado para el estudio es el río Andalién.

Andalien

2.

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 Andalién 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 Catastro de Bosque Nativo de la CONAF, reclasificado por CONAMA.

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 Andalién es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-AND-02.

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

CUENCA RIO ANDALIEN					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
08220	Río ANDALIEN	AN	1	08220 - AN - 10	CONFLUENCIA ESTERO POPEN Y ESTERO CURAPALIHUE	EST. CALIDAD ANDALIEN EN PUCHACAY
08220	Río ANDALIEN	AN	2	08220 - AN - 20	EST. CALIDAD ANDALIEN EN PUCHACAY	DESEMBOCADURA EN OCEANO PACIFICO

Andalien

4.

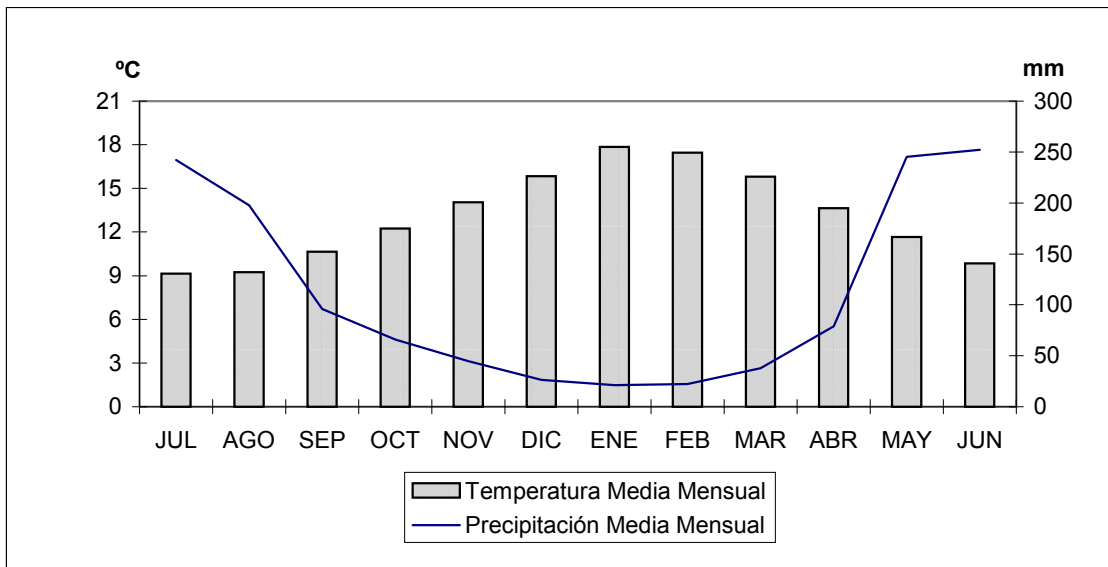
2.2 Sistema Físico - natural

2.2.1 Clima

La cuenca del Río Andalién se encuentra bajo la influencia de un bioclima mediterráneo y presenta al menos dos meses consecutivos del periodo estival.

El patrón de variación ombroclimática es el característico para la zona centro sur de Chile: la precipitación tiende a ser mayor al oeste de la Cordillera de la Costa (y en los sectores altos de ésta unidad) ejerciendo un efecto de barrera para los frentes húmedos que se aproximan al continente desde el Océano Pacífico, diferenciándose sectores de ombroclima húmedo y subhúmedo, con montos de precipitación que varían en torno a los 1.000 mm anuales.

En el siguiente diagrama climático (Figura 2.1), se presentan los montos de precipitación y temperaturas medias mensuales registradas por la Estación Meteorológica de Concepción.



[Ref 2.1]

Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico, Estación Meteorológica de Concepción

2.2.2 Geología y volcanismo

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

- Sector costero de la cuenca:

Rocas Qm, del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos litorales: arenas y gravas.

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

- Zona media y alta de la cuenca:

La superficie de la cuenca se caracteriza por tener rocas CPg con pocas y pequeñas intercalaciones de rocas Kiag.

- Rocas CPg, del tipo volcano-sedimentario del Cretácico inferior alto-cretácico superior bajo. Secuencias sedimentarias y volcánicas, rocas epiclásticas, piroclásticas, lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustres, localmente marinas
- Rocas Kiag, del tipo intrusivas del Cretácico inferior alto-cretácico superior bajo. Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzodioritas de hornblenda y biotita. Asociados a mineralización de Fe, Cu, Au.

La cuenca no presenta volcanes, pero sí existe influencia por parte de aquellos que se ubican en cuencas vecinas.

2.2.3 Hidrogeología

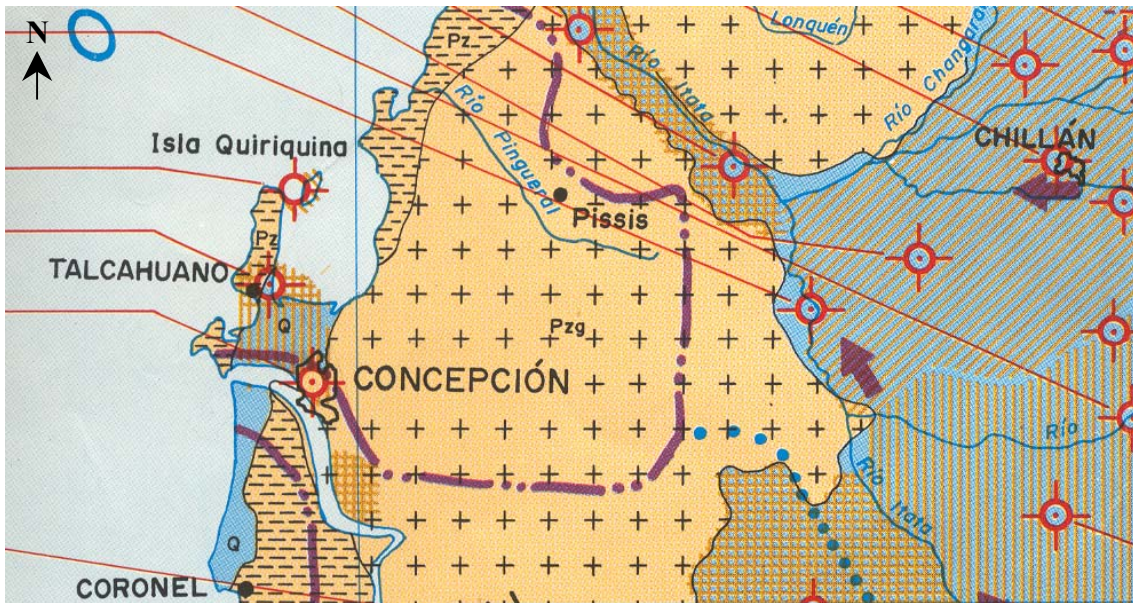
La cuenca hidrogeológica del río Andalién se extiende desde la latitud 36°30' por el norte hasta la latitud 36°50' por el sur.

Andalien

6.

Se desarrolla por un basamento de formaciones rocosas plutónicas e hipoabisales que corresponden al batolito de la cordillera de la costa. Esta formación rocosa - intrusivos graníticos - destaca por su nula permeabilidad, por lo cual el acuífero asociado escurre entre el suelo y el basamento plutónico en dirección este a oeste hasta la bahía de Concepción.

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 Andalien.



Nota : la escala no permite apreciar el río Andalien, esto es posible en escala 1:75.000 como muestra la lámina.

[Ref. 2.3]

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

2.2.4 Geomorfología

Las unidades morfoestructurales identificadas en la cuenca, corresponden a las Planicies Litorales y un reducido sector de la Cordillera de la Costa.

La cuenca se emplaza sobre una Planicie Litoral de origen fluvio-marino generada por los cambiantes lechos fluviales del cuaternario. La sedimentación fluvial se caracteriza por la presencia de arenas negras provenientes de la actividad volcánica del Antuco, depositándose en las playas por deriva litoral. En el sector sur, la cuenca se caracteriza por depósitos de arenas blancas por alteración del granito intrusivo costero.

La Cordillera de la Costa en la cuenca, posee alturas no superiores a 430 m s.n.m, caracterizada por un colinaje moderado que deja una expedita comunicación entre las localidades emplazadas en ésta, con aquellas localizadas en cuencas interiores del llano central regional [Ref. 2.4].

2.2.5 Suelos

En la cuenca del río Andalién, se localizan los suelos de praderas costeras sobre terrazas marinas, muy desarrollados, debido a la mayor humedad y precipitación existente.

En el sector poniente de la cuenca, Cordillera de la Costa, se desarrollan suelos pardo - forestales que han evolucionado sobre rocas graníticas y pizarras metamórficas. Estos suelos se denominan suelos pardo rojizos lateríticos; son suelos de color pardo rojizo, variando a pardo amarillento. Su uso principal es la forestación, pero son muy susceptibles a la erosión que presenta la Cordillera de la Costa.

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Andalién

2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de la comunidad vegetal Bosque Caducifolio de Concepción.

Esta formación vegetal se extiende por las laderas bajas y medias de la Cordillera de la Costa, en la VII Región, presentando una fase húmeda hacia la vertiente oceánica y una fase seca hacia el oriente. Originalmente debe haber tendido un gran desarrollo y riqueza florística, pero ha sido casi completamente reemplazado por las plantaciones de *Pinus radiata*.

Entre las comunidades vegetales que presenta esta formación están: *Nothofagus Obliqua* – *Gomortega keule* (Roble – Keule), *Cytisus monopessulanus*- *Sarothamnus scoparius* (Luvia de Oro – Ratamillo), *Griselinia scandens* (Yelmo) y *Aster Vahlia* (Aster) [Ref. 2.5].

Andalien

8.

Con respecto a la vegetación acuática, en la tabla siguiente se listan las especies más comunes incluyendo las estuarinas. No hay especies con problemas de conservación.

Tabla 2.2: Vegetación acuática río Andalién

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Bahía ambrosioides</i>	Manzanilla cimarrona
<i>Calandrina grandifolia</i>	Doquilla
<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de oro
<i>Gracilaria chilensis</i>	Pelillo
<i>Juncus capitatus</i>	Junquillo
<i>Juncus procerus</i>	Junco
<i>Mimulus luteus</i>	Berro amarillo
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo
<i>Ranunculus baudotii</i>	Ranúnculo
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	
<i>Spartina densiflora</i>	

[Ref. 2.6]

2.3.2 Fauna acuática

Existen estudios de Ruiz, (1993), con descripciones completas de la fauna bentónica que incluyen los esteros y el río principal.

Tabla 2.3: Fauna bentónica río Andalién

Familia/Especie	Clase	Estado de conservación
<i>Dugesia sp.</i>	<i>Turbellaria</i>	No listada
<i>Temnocephalus chilensis</i>	<i>Temnocephala</i>	No listada
<i>Gordidae/Gordius sp.</i>	<i>Nematomorpha</i>	No listada
<i>Chiliniidae/Chilina dombeyana</i>	<i>Gastropoda</i>	No listada
<i>Ancylidae/Ancylus sp.</i>	<i>Gastropoda</i>	No listada
<i>Mitilidae/Diplodon sp.</i>	<i>Bivalvia</i>	No listada
<i>Nereidae</i>	<i>Polychaeta</i>	No listada
<i>Lumbridae</i>	<i>Oligochaeta</i>	No listada
<i>Argulus sp.</i>	<i>Brachiura</i>	No listada
<i>Lernaeopodidae/Lernaea sp.</i>	<i>Copepoda</i>	No listada
<i>Balanidae/Balanus sp.</i>	<i>Cirripedia</i>	No listada
<i>Cirolanidae Meinertia sp.</i>	<i>Malacostraca</i>	No listada
<i>Porcellidae/Porcellio sp.</i>	<i>Malacostraca</i>	No listada
<i>Talitridae/Orchestia sp.</i>	<i>Amphipoda</i>	No listada
<i>Parastacidae/Samastacus spinifrons</i>	<i>Decapoda</i>	No listada

Tabla 2.3 (Continuación): Fauna bentónica río Andalíen

Familia/Especie	Clase	Estado de conservación
<i>Callinassidae/Callinasa uncinata</i>	Decapoda	No listada
<i>Aeglididae/Aegla sp</i>	Decapoda	No listada
<i>Grapsidae/Hemigrapsus crenulatus</i>	Decapoda	No listada
<i>Leptophlebiidae</i>	Ephemeroptera	No listada
<i>Aeshnidae</i>	Odonata	No listada
<i>Corixidae</i>	Hemiptera	No listada
<i>Notonectidae/Notonecta colobiana</i>	Hemiptera	No listada
<i>Belostomatidae</i>	Hemiptera	No listada
<i>Gerridae/Gerris sp.</i>	Hemiptera	No listada
<i>Buprestidae/Cylindrophora</i>	Coleoptera	No listada
Dysticidae	Coleoptera	No listada
<i>Curculionidae/Aegorhinus sp.</i>	Coleoptera	No listada
<i>Hidrophylidae/Tropisternus setiger</i>	Coleoptera	No listada
Cerambycidae	Coleoptera	No listada
<i>Pieridae</i>	Lepidoptera	No listada
<i>Culicidae</i>	Diptera	No listada
<i>Tabanidae</i>	Diptera	No listada
<i>Dolichopodidae</i>	Diptera	No listada
<i>Tabanidae</i>	Diptera	No listada
<i>Dolichopodidae</i>	Diptera	No listada

[Ref. 2.6]

2.3.3 Fauna íctica

El trabajo de Víctor Ruiz (1993) provee un completo análisis de la fauna íctica del río Andalíen y fue realizado en 1985 y 1986 cubriendo las 4 estaciones del año. Mediante 13 estaciones de muestreo se describió los peces presentes y las condiciones ecológicas generales de cada estación de muestreo.

En el *ritrón* se encontraron trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), *pejerrey* (*Basilichthys australis*), carmelita (*Percilia gillissi*), bagre chico (*Trichomycterus areolatus*), bagrecito (*Bullockia maldonadoi*), trucha (*Salmo trutta trutta*) y trucha marrón (*Salmo trutta fario*).

La zona de *potamón* del Andalíen se caracteriza por las especies puye (*Galaxias maculatus*), carmelita de Concepción (*Percilia irwini*), trucha negra (*Percichthys melanops*), lamprea (*Geotria australis*) y lamprea de agua dulce o Komofilú (*Mordacia lapicida*).

Andalien

10.

La zona *estuarina* del río se caracteriza por la presencia del pejerrey de mar (*Austromenidia laticlavia*), Cauque (*Cauque mauleanum*), robalo (*Eleginops maclovinus*), machuelo o titre (*Brevoortia maculata*) y lisa (*Mugil cephalus*) todos peces de aguas salobres o que viven parte de su ciclo en aguas dulces.

Tabla 2.4: Fauna íctica río Andalién

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Estado de Conservación
<i>Austromenidia laticlavia</i>	Pejerrey de mar	Atherinidae	Vulnerable
<i>Aphos porosus</i>	Bagre de mar	Batrachoididae	No listada
<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	Nototheniidae	Vulnerable
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Mugilidae	Vulnerable
<i>Brevoortia Maculata</i>	Machuelo	Clupeidae	No listada
<i>Cauque mauleanum</i>	Pejerrey, cauque	Atherinidae	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Galaxiidae	Vulnerable
<i>Cilus montti</i>	Roncador, corvinilla	Sciaenidae	No listada
<i>Percilia irwini</i>	Carmelita	Perciliidae	Peligro de extinción
<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra o criolla	Percichthyidae	Peligro de extinción
<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila	Geotriidae	Vulnerable
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce	Mordacidae	Inadecuadamente conocida
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Perciliidae	Vulnerable
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagre chico	Trichomycteridae	Vulnerable
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	Bagre, Bagrecito	Trichomycteridae	Peligro de extinción
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagre, Bagrecito	Trichomycteridae	Vulnerable
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	Characidae	Vulnerable
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre, Bagre grande	Nematogenyidae	Peligro de extinción
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye, Peladilla	Galaxiidae	Vulnerable
<i>Percichthys trucha</i>	Trucha, Perca trucha	Percichthyidae	Vulnerable
<i>Basilichthys Australis</i>	Pejerrey	Atherinidae	Vulnerable
<i>Salmo truta truta</i>	Trucha de mar	Salmonidae	No listada
<i>Salmo truta fario</i>	Trucha de río o común	Salmonidae	No listada
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	Salmonidae	No listada
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	Poeciliidae	No listada

[Ref. 2.6]

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Andalién abarca el 23% de la provincia de Concepción, VIII Región de Chile. A nivel comunal, la cuenca incluye parte de las comunas de Concepción, Penco, Florida y Tomé.

La superficie total de la cuenca es de 80.005 Ha equivalentes al 2% de la Región.

Los asentamientos humanos de mayor importancia según el número de habitantes se incluyen en la tabla 2.5, de ellos destaca la ciudad de Concepción.

Tabla 2.5: Principales Asentamientos Humanos de la cuenca del río Andalién

Nombre Asentamiento	Población Total 2002	Población Total Urbana 2002	Cauce asociado a Localidad
Concepción	216.061	212.003	Río Bío Bío
Penco	46.016	45.361	Río Andalién
Florida	10.177	3.875	Estero Florida

[Ref 2.7]

La información del censo 2002 disponible a al fecha en el INE, es a nivel comunal y no de ciudades.

2.4.2 Actividades económicas

La economía de la cuenca está directamente influenciada por las actividades productivas que se desarrollan en ciudades próximas, como Concepción y Talcahuano. La ciudad de Concepción posee una intensa actividad industrial, comercial y financiera, mientras que Talcahuano, es el principal puerto pesquero e industrial de la zona sur del país, destacando además en el ámbito petroquímico, astillero y metal – mecánico.

Andalien

12.

2.5 Usos del Suelo

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

Tabla 2.6: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Andalién

Cuenca del Río Andalién (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
80.005	Praderas	294	0,4
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	1.659	2
	Plantaciones forestales	36.868	46
	Áreas urbanas e industriales	1.341	2
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	9.470	11,8
	Otros Usos*	30.324	37,9
Áreas sin vegetación	49	0,1	

*: Referidos a los siguientes usos: Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales. [Ref. 2.8].

2.5.1 Uso agrícola

El uso del suelo de tipo agrícola en la cuenca comprende 1.659 Ha equivalentes al 2% de la superficie total [Ref. 2.8].

Los cultivos que ocupan mayor superficie en la comuna de Concepción, corresponden a los cultivos anuales y permanentes. Destacan en la comuna de Florida los cultivos de cereales, viñas y parronales que según antecedentes existentes al año 1997 (VI Censo Nacional Agropecuario) alcanzan superficies estimadas de 3.000 y 2.000 Ha respectivamente.

2.5.2 Uso forestal

La superficie de suelo destinada al uso de tipo forestal, abarca una superficie de 36.868 Ha que corresponden al 46% de la superficie total de la cuenca [Ref. 2.8].

Las comunas que poseen mayor superficie forestal son, Hualqui, Florida y Tomé. Según antecedentes al año 1997 (VI Censo Nacional Agropecuario) estas comunas poseen en conjunto un total aproximado de 85.000 Ha destinadas a plantaciones forestales. 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 1.341 Ha equivalentes al 2% de la superficie total. Este tipo de uso comprende a ciudades, pueblos y zonas industriales [Ref. 2.8].

La población urbana se concentra mayoritariamente en la zona costera de la cuenca, principalmente en la ciudad Penco. La población total aproximada a nivel comunal de Concepción y Penco alcanzan al año 2002 los 212.003 y 45.361 habitantes respectivamente. La comuna de Florida emplazada en el sector alto de la cuenca, presenta un alto grado de ruralidad [Ref. 2.7].

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

La cuenca del río Andalién un sitio prioritario de la Estrategia Regional de Conservación denominado: Desembocadura río Andalién y área marina adyacente, ubicada en la intersección de las comunas de Penco y de Concepción, en la provincia de Concepción. La importancia de este sitio prioritario, entre otras, es que en el humedal costero descansan y se alimentan numerosas aves migratorias. Este sitio prioritario no fue posible de ubicar geográficamente, por lo cual no se presenta en la lámina de Usos de agua.

Andalien

14.

3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS

3.1 Información Fluviométrica

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

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas de la Cuenca del Andalién

Nombre	Período de Registro
Río Andalién en camino a Penco	1960 - 2002

El río Andalién se origina en la unión de los esteros Poñén y Curapalihue en la cordillera de la Costa, y luego de un trayecto bastante sinuoso desemboca en el océano Pacífico en la bahía de Concepción, poco más al norte de la desembocadura del río Bío Bío.

Esta cuenca presenta un marcado régimen pluvial, producto de los importantes aportes pluviales existentes en la zona.

Como esta cuenca tiene sólo una estación fluviométrica no tiene sentido utilizar grupos de estaciones para el análisis hidrológico. La estación Andalién en camino a Penco fue correlacionada para completar y extender sus registros con la estación Itata en General Cruz, perteneciente a la cuenca vecina del río Itata.

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.
- “Estrategia Regional y Plan de Acción de la Biodiversidad VIII Región del Bío Bío”, CONAMA-CONAF-SAG-INIA-DGA-SERNAP
- “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile”, IPLA Ltda. para DGA, MOP enero 1996.

3.2.1 Usos in – situ

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

a) Acuicultura

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

Para esta cuenca no existen zonas de acuicultura informadas por la Subsecretaría de Pesca.

Andalien

16.

b) Pesca deportiva y recreativa

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

En la cuenca del río Andalién no se han detectado zonas, donde se desarrolle esta actividad.

3.2.2 Usos extractivos

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

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.

El riego de la cuenca del río Andalién está inserto en un proyecto llamado “Coelemu Sur” consistente en un sistema de riego mecánico de aproximadamente 170 Has. ubicadas inmediatamente al sur del pueblo de Coelemu [Ref. 3.1]. Sin embargo en la información disponible no se presentan bocatomas para este uso.

b) Captación para agua potable

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

Los valores de producción y consumo de agua potable para la principal localidad de la cuenca se muestran a continuación [Ref. 3.1]:

Tabla 3.2: Producción y Demanda Neta de Agua Potable 1992

Localidad	Producción (l/s)	Consumo Total (l/s)
Penco	72,75	36,82

No se dispone de información acerca de la ubicación de las captaciones de agua potable, por lo cual no se presenta este uso en la tabla 3.3.

c) Generación de energía eléctrica y actividad minera

En la información recopilada no se han detectado bocatomas para estos usos en la cuenca.

d) Actividad industrial

La principal actividad industrial que posee derechos de agua en la cuenca es el rubro correspondiente a la fabricación de vidrios y cerámicas, destacando la empresa Loza Penco. No se dispone de información que permita identificar el cauce del cual se extrae el agua para este uso, por ello no se presenta en la tabla 3.3.

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.).

El sitio prioritario de conservación de biodiversidad de la cuenca del río Andalien aparece identificado 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-AND-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestra el cauce seleccionado para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados al cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.3, la cual contiene el tipo de uso de agua por segmento.

La tabla 3.3 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en el Instructivo, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Tabla 3.3: Usos de Agua por Segmento en la Cuenca del Río Andalién

Cauce	Código Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Andalién	08220-AN-10				+				+	
	08220-AN-20									

[Ref 3.1]

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

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

Andalien

20.

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

Las ciudades emplazadas en la cuenca corresponden a Concepción, Penco y Florida. De estas entidades pobladas, sólo Florida descarga al cauce principal (río Andalién).

A continuación, en la tabla 3.4 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 3.4: Descargas de Aguas Servidas

Localidad Atendida	Segmentos Asociados a Descargas	Cuerpo receptor	Empresa Servicios Sanitarios	Cobertura tratamiento aguas servidas (%)	Población urbana total estimada (hab)	Población estimada saneada (hab)	Planta tratamiento	Nombre planta	Caudal (l/s)	DBO ₅ (mg/l)	pH	SST (mg/l)	A y G (mg/l)	Cu total (mg/l)	Fe dis. (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Florida	No segmento	Río Andalien	ESBBIO S.A.	0	3.707	2.928	NO	SP	5,4	< 35	6,0 - 8,5	80	20	0,1	2	< 1,0E+03

NOTAS:

- 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 ESBBIO 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.

Andalien

22.

3.3.2 Residuos Industriales Líquidos

En la cuenca del río Andalién, existe sólo un establecimiento industrial correspondiente a la Cía. Sudamericana de Fertilizantes emplazada en el sector bajo de la cuenca, desembocadura del cauce principal.

En la tabla siguiente, se incluyen los parámetros típicos que se deberían encontrar en sus efluente de acuerdo a su clasificación CIHU (incluidas en el Decreto N°609/98 MOPTT).

Tabla 3.5: Residuos Industriales Líquidos

Industria	Comuna	Segmento asociado a la descarga	Cuerpo receptor	CIIU	Caudal (m ³ /mes)	pH	T	SS	SD	Aceites y Grasas	HC	DBO ₅	As	Cd	CN	Cu	Cr	P	Hg	Ni	NH ₄	Pb	SO ₄	Zn	PE	B	Al	Mn
Cía. Sudamericana de Fertilizantes S.A.	Penco	08220-AN-20	Río Andalién	35121	9.460	4	*	1.297	*			*	*			*	*	25	*		*		29,5	*	*			*

NOTA: Las celdas con asterisco, representan los parámetros típicos que se deberían encontrar en efluentes de cada industria de acuerdo a su clasificación CIIU según Decreto N°90/00 MOP,
Las unidades de concentración de los parámetros físico – químicos están expresados en mg/L.

Andalien

24.

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 Andalien son las siguientes:

- a) Monitoreo de Calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1984-2001.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Andalien				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	N° Parámetros Medidos	N° Parámetros Instructivo	Período de Registro	N° Registros
Río Andalien					
En Puchacay (*)	NO	32	21	1984-2001	55
En camino a Penco	SI	18	10	1987	1
Parámetros medidos Instructivo					
• 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	

(*) Estación de monitoreo suspendida

- b) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presentan en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

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

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

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado este proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Andalién, se llegó a eliminar un porcentaje inferior al 0,05 % de los datos. Todo esto permite confirmar la validez de los datos contenidos en la red de monitoreo de la DGA para esta cuenca.

- Análisis de límites físicos

Los límites físicos para los diferentes parámetros contenidos en la red de monitoreo no se vieron sobrepasados, por lo que no se eliminaron datos producto de este análisis.

- Análisis de límites de detección (LD)

Una vez analizados los puntos anteriores, se procede a revisar, en cada estación de monitoreo, aquellos parámetros cuyo valor se repite permanentemente como resultado del análisis de laboratorio.

En la cuenca del río Andalién 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), cobre (<10 µg/l), cromo (<10 µg/l), molibdeno (<0.01 mg/l), níquel (<10 µg/l), selenio (<1 µg/l), zinc (<0.01 mg/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 Andalién, se incluye en el anexo 3.2 de tipo digital.

4. ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Analisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

a) Subcuenca del Andalién

- Andalién en camino a Penco

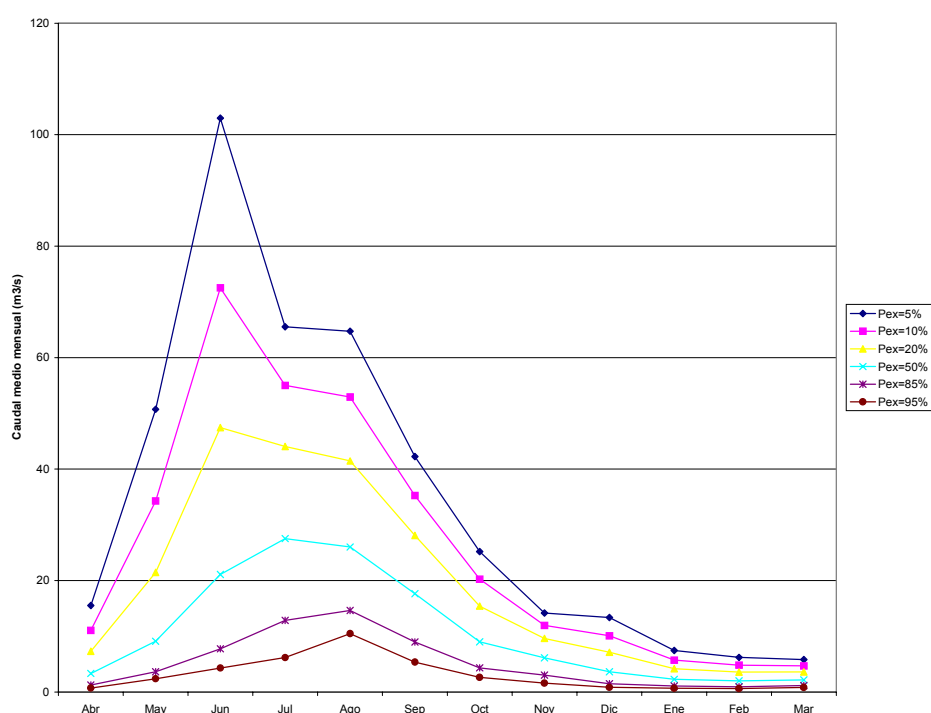
Se ubica en el río Andalién, cerca de su desembocadura en el océano Pacífico, a 7 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se presentan los caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, es posible observar que esta estación presenta un marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales en meses de invierno, producto de importantes aportes pluviales. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre mayo y agosto debido a lluvias invernales, mientras que los menores se observan entre noviembre y abril.

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

Tabla 4.1: Río Andalién en Camino a Penco (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	15.529	50.736	102.968	65.521	64.740	42.255	25.199	14.163	13.371	7.453	6.199	5.837
10	11.048	34.270	72.531	55.020	52.926	35.256	20.231	11.942	10.072	5.729	4.832	4.692
20	7.314	21.458	47.446	44.072	41.464	28.103	15.433	9.627	7.124	4.166	3.570	3.601
50	3.325	9.110	21.082	27.537	26.007	17.640	9.007	6.129	3.620	2.266	1.992	2.172
85	1.259	3.642	7.763	12.848	14.641	8.957	4.330	3.022	1.487	1.071	0.957	1.165
95	0.712	2.398	4.317	6.183	10.448	5.375	2.621	1.612	0.828	0.689	0.614	0.808
Dist	L2	L3	L2	G	L2	L3	L3	G	L3	L2	L3	L2

**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Andalién en Camino a Penco**

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

Distribución	Abreviatura
Normal	: N
Log-Normal 2 parámetros	: L2
Log-Normal 3 parámetros	: L3
Gumbel o de Valores Extremos Tipo I	: G
Gamma 2 parámetros	: G2
Pearson Tipo III	: P3
Log-Gamma de 2 parámetros	: LG
Log-Pearson tipo III	: LP

4.1.2 Conclusiones

De acuerdo a la curva de variación estacional presentada en el capítulo anterior se caracterizará hidrológicamente la cuenca del río Andalién, especificando su período de estiaje.

En la cuenca del río Andalién, desde su nacimiento en la unión de los esteros Poñén y Curapalihue en la cordillera de la Costa, hasta su desembocadura en el océano Pacífico, se observa un marcado régimen pluvial, con los mayores caudales en meses de invierno, producto de importantes lluvias invernales que ocurren en la cuenca. Debido a la baja elevación en que se encuentra no se aprecia influencia nival alguna.

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

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

Tabla 4.2: Período de Estiaje para la Cuenca del río Andalién

Nº	Cuenca	Período Estiaje
1	Andalién	Enero – Febrero – Marzo

4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

4.2.1 Selección de parámetros

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

a) Parámetros obligatorios

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

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

b) Parámetros principales

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

En la tabla 4.3 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 4.3: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Andalién

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	50	235	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	s/i	s/i	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,0	11,2	>7,5	Obligatorio
pH	Unidad	6,4	8,3	6,5 - 8,5	Obligatorio
RAS	-	0,6	1,1	<2,4	No
Sólidos disueltos	mg/L	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/i	s/i	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C	-	-	<0.5	No
INORGANICOS					
Amonio	mg/L	s/i	s/i	<0,5	No
Cianuro	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	mg/L	6,0	16,0	<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	1,0	4,8	<120	No
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0,04	No
ORGANICOS		s/i	s/i		No
ORGANICOS PLAGUICIDAS		s/i	s/i		No
METALES ESENCIALES					
Boro	mg/l	<1	<1	<0,4	No
Cobre	μg/L	<10	<10	<7,2	No
Cromo total	μg/L	<10	<10	<8	No
Hierro	mg/L	0,44	8,90	<0,8	Si
Manganeso	mg/L	<0,01	0,80	<0,04	Si
Molibdeno	mg/L	<0,01	<0,01	<0,008	No
Níquel	μg/L	<10	<10	<42	No
Selenio	μg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	<0,01	<0,01	<0,096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0,1	0,50	<0,07	Si
Arsénico	mg/L	<0,001	0,01	<0,04	No
Cadmio	μg/L	<10	<10	<1,8	No
Estaño	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	μg/L	<1	<1	<0,04	No
Plomo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,002	No
MiCROBIOLOGICOS					
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

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

- Parámetros Principales
 - Hierro
 - Manganeso
 - 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
- Cianuro
- 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, arsénico, níquel selenio y zinc, los valores de estos tres últimos corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

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

4.2.2 Análisis de tendencia central

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

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

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

Las observaciones que se derivan de las figuras de tendencia central se incluyen en la tabla 4.4.

Tabla 4.4: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA DEL RÍO ANDALIÉN
Conductividad Eléctrica :
<u>Río Andalién:</u> Se observa un comportamiento constante en un solo valor en una serie de tiempo de diecisiete años con una tendencia central plana en un valor de 110 $\mu\text{S/cm}$.
Oxígeno Disuelto:
<u>Río Andalién:</u> Se observa un comportamiento constante en un solo valor en una serie de tiempo de trece años con una tendencia central plana en un valor de 9.5 mg/L.
pH :
<u>Río Andalién:</u> Se observa en la serie de tiempo de trece años una leve disminución de 0,2 unidades con una tendencia central decreciente en un valor de 7,5 .
Hierro:
<u>Río Andalién:</u> En la estación Puchacay se observa, en una serie de tiempo de diecisiete años, con un comportamiento que va en aumento uniforme hasta el año 1993, para tener hasta el término de la serie de tiempo un comportamiento oscilante, con una tendencia central creciente en un valor de 1,8 mg/L .
Manganeso:
<u>Río Andalién:</u> Se observa en la estación Puchacay, en una serie de tiempo interrumpida y restringida a cuatro años que tiene dos periodos: el primero va desde 1995 hasta 1998 y el otro desde el año 2000 al 2001, el comportamiento es a aumentar en el primer periodo y en el segundo disminuye con una fuerte pendiente. Lo anterior dificulta un análisis de la tendencia central.
Aluminio :
<u>Río Andalién:</u> Se observa en la estación Puchacay, en una serie de tiempo interrumpida y restringida a tres años que tiene dos periodos: el primero va desde 1996 hasta 1998 y el otro desde mediados del año 2000 a mediados del 2001, el comportamiento es constante en el primer periodo y en el segundo disminuye con una fuerte pendiente. Lo anterior dificulta un análisis de la tendencia central.

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Este programa está orientado a complementar la información existente en la base de datos disponible y considera tres aspectos claves: en primer lugar, la red actual de monitoreo existente está orientada a medir parámetros inorgánicos de tal modo que no se dispone de información orgánica; en segundo término, la información complementaria está enfocada a 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 la medición en aquel punto donde se sitúa la estación de calidad de la DGA para completar los datos faltantes en esta estación: Andalién en Puchacay. Adicionalmente a lo anterior se tomó una muestra puntual en la desembocadura del río para disponer información de contaminantes de origen antropogénico provenientes de la ciudad de Concepción.

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 4.5: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Código Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
08820AN10	Río Andalién en Puchacay	Est. DGA suspendida	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
08820AN20	Río Andalién en Desembocadura	Est. DGA suspendida	

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_5 , 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 Andalíen 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 Andalíen, la Base de Datos Integrada (BDI) se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 4.2.

4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

En este acápite se realiza el análisis de los parámetros de calidad de agua por período estacional: verano, otoño, invierno y primavera.

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

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.6 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 4.6: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Andalíen
Información DGA**

ESTACIÓN DE MONITOREO	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	235,0	0	152,0	0	((96,0))	0	150,0	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	11,2	0	(9,3)	0	((8,9))	0	11,2	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	pH							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	7,8	0	8,0	0	((7,19))	0	8,3	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	Hierro (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	3,88	2	8,90	4	((1,04))	2	7,22	4

ESTACIÓN DE MONITOREO	Manganeso (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	((0,16))	2	((0,17))	2	((0,33))	4	(0,11)	2

ESTACIÓN DE MONITOREO	Aluminio (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RÍO ANDALÍEN EN PUCHACAY	((0,47))	2	((0,43))	2	((0,40))	2	((0,20))	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 Andalíen.

**Tabla 4.7: Calidad de Agua Cuenca del Río Andalién
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	3,2	1
Río Andalién en Desembocadura	3,2	1

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	40	2
Río Andalién en Desembocadura	40	2

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	68	0
Río Andalién en Desembocadura	392	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	76	3
Río Andalién en Desembocadura	155	4

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	0,09	0
Río Andalién en Desembocadura	0,31	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	5	1
Río Andalién en Desembocadura	5	1

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	<0,1	0
Río Andalién en Desembocadura	0,1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	<0,01	0
Río Andalién en Desembocadura	0,02	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	<0,01	0
Río Andalién en Desembocadura	<0,01	0

**Tabla 4.7 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Andalién
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Estaño ($\mu\text{g/L}$)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	<300	-
Río Andalién en Desembocadura	<300	-

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	14000	4
Río Andalién en Desembocadura	14000	4

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Andalién en Puchacay	45000	4
Río Andalién en Desembocadura	28000	4

Parámetro	Río Andalién en Puchacay	
	Valor	Clase
Aluminio	0,2	2
Cadmio	<1	0
Cromo total	<10	<1
Hierro	3,69	2
Manganeso	0,16	2
Mercurio	<1	<3
Molibdeno	<0,003	0
Níquel	<10	<2
Plomo T	<0,005	<2
Selenio	<5	<1
Zinc	<0,01	0

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

En la tabla antes presentada, se han incluido los resultados entregados por el laboratorio externo contratado para llevar a cabo los análisis. En los casos en que el límite de detección analítico es superior al valor correspondiente a la clase de excepción, correspondería

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

4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

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

La Tabla 4.8 explica los factores incidentes en la cuenca del río Andalién.

Andalien

42.

Tabla 4.8: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Andalién

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGÉNICOS		
Río Andalién en Puchacay 08820-AN-10	Recarga del río por aguas subterráneas	Descarga de RILES Contaminación difusa por fertilizantes y plaguicidas Contaminación difusa por aguas servidas	Fe, Mn, Al, SST Posiblemente, DBO ₅ , NH ₄ y NO ₂ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none">• Geología: Formaciones de rocas intrusivas e hipoabisales de origen granítico• Clima: Precipitación media anual de 1500mm, evapotranspiración real 600mm/año• Hidrología: Río surgente de afloramiento de aguas subterráneas• Descargas industriales: Compañía Sudamericana de Fertilizantes• Cubierta vegetal: Plantaciones de pino con bosque caducifolio Concepción• Geomorfología: Cordillera de la Costa• Silvicultura: Plantaciones de Pinus Radiata

*Debe señalarse que esta estación no es representativa de la cuenca ya que no muestra los efectos antrópicos ocurridos aguas abajo de Puchacay como por ejemplo descarga de Florida.

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

Para el análisis del cauce principal, río Andalién, en la cuenca de éste se cuenta sólo con una estación de monitoreo, que es:

- Río Andalién en Puchacay

Debido a la existencia de esta única estación de monitoreo en el río Andalién, no es posible analizar el perfil longitudinal de la calidad de agua en relación a los parámetros seleccionados que exceden la clase 0 en esta cuenca, para los cuatro períodos estacionales.

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 del río seleccionado de la cuenca del río Andalién 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 ANDALIÉN
Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SD, SS.
<u>CE</u> : En el río Andalién en la única estación en Puchacay no se observa variación estacional con todos los valores en clase 0.
<u>DBO₅</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 1 en las dos estaciones del río Andalién.
<u>Color Aparente</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 2 en las dos estaciones del río Andalién.
<u>OD</u> : No se presenta variación en el río Andalién durante el año con todos los valores en clase 0.
<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 muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en las dos estaciones del río Andalién.
<u>SST</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 3 en el río Andalién en Puchacay y clase 4 en la desembocadura.

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

CUENCA RÍO ANDALIÉN
Inorgánicos (IN): NH_4^+ , CN^- , Cl^- , F^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , S^{2-}
<p><u>NH_4^+, F^-, NO_2^-, S^{2-}</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en las dos estaciones del río Andalien.</p> <p><u>CN^-</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 1 en las dos estaciones del río Andalien.</p> <p><u>Cl^-, SO_4^{2-}</u> : Siempre en clase 0.</p>
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno
No se dispone de información para los parámetros orgánicos.
Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demetón, DDT, diclofop-metil, dieldrín, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr _{total} , Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn
<p><u>B, Cu, Cr_{total}</u> : Los valores están en límite de detección superior al de la clase 0, lo cual no permite análisis.</p> <p><u>Fe</u>: En el río Andalien en Puchacay no se observa variación estacional entre invierno-primavera y verano-otoño con valores en clase 2 y 4 respectivamente. El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 2 en el río Andalien en Puchacay.</p> <p><u>Mn</u>: Durante todo el año se presentan valores en clase 2 en el río Andalien, excepto en primavera con valores en clase 4. El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 2 en el río Andalien en Puchacay.</p> <p><u>Mo</u>: El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en el río Andalien en Puchacay.</p> <p><u>Ni, Se, Zn</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. El muestreo puntual en primavera corrobora los valores para el zinc en clase 0 en el río Andalien en Puchacay.</p>
Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb
<p><u>Al</u>: El río Andalien en Puchacay no presenta variación estacional con todos los valores en clase 2. El muestreo puntual en primavera corrobora valores en clase 2 en Puchacay.</p> <p><u>Cd</u>: El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en el río Andalien en Puchacay.</p> <p><u>As</u>: Siempre en clase 0.</p> <p><u>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>

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

CUENCA RÍO ANDALIÉN
<u>Sn</u> : No posee información.
Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT
<u>CF, CT</u> : El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 4 en las dos estaciones.

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

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

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

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

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

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

son: DBO₅, color aparente , SD, SST, NH₄⁺, CN⁻, F⁻, S²⁻, NO₂⁻, Sn, CF y CT.

- En el caso de los parámetros DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual Río Andalíen

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 Andalíen en Puchacay	08220-AN-10	CE, OD, pH, RAS, SD, NH ₄ ⁺ , Cl, F ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ⁻ , S ²⁻ , Ni, Zn, As, Mo	DBO ₅ , CN ⁻	Color Aparente, Al	SST	Fe, Mn, CF, CT	B, Cu, Cr, Cd, Hg, Pb, Se	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera para DBO ₅ , Color Aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , CF, CT
Río Andalíen en Desembocadura	08220-AN-20	SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻	DBO ₅ , CN ⁻	Color Aparente		SST, CF, CT		Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual en primavera para DBO ₅ , Color Aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ²⁻ , CF, CT

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Andalíen: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, hierro, manganeso, aluminio, color aparente, cianuro y coliformes totales

5.4 Calidad Natural y Factores Incidentes

En la Tabla 5.3 se identifican los parámetros que exceden la clase 0 en los diferentes cursos de agua de la cuenca del río Andalién, basada en la información estadística por periodos estacionales que se presenta en la tabla 4.6.

Tabla 5.3: Valores Estacionales Máximos de los Parámetros en la Cuenca del Río Andalién

Cauce	Segmento	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l
Río Andalién en Puchacay	08820-AN-10	((1,04))	((0,33))	((0,47))

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

Fuente: Elaboración propia
s/i: sin información

5.4.1 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores inferiores a 1,04 mg/L.

La presencia de hierro se debe a la litología propia de la cuenca – compuesta por formaciones metamórficas e intrusivas correspondiente al batolito costero -, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan en el curso de agua.

5.4.2 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores inferiores a 0,33 mg/L (estación DGA río Andalién en Puchacay - primavera).

La presencia del manganeso en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca – compuesta por formaciones metamórficas e intrusivas -, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan el curso de agua.

5.4.3 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores inferiores a 0,47 mg/L (estación DGA río Andalién en Puchacay - verano).

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

5.4.4 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Andalién se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas, así como con los que posee el Servicio Agrícola y Ganadero, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados la Empresa Sanitaria del Bío Bío ESSBIO.

5.4.5 Conclusiones

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

- La calidad natural del río Andalién en general es de excelente a buena calidad. Exceden la clase de excepción metales como el hierro, manganeso y aluminio producto de las formaciones geológicas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas las cuales comienzan a recargan al río desde su origen hasta la desembocadura.

Andalien

50.

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 Andalién 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 Andalién

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Andalién	08220-AN-10	AN-TR-10	De: Naciente Hasta : Desembocadura
	08220-AN-20		

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

6.2 Requerimientos de Calidad según Usos del Agua

En la tabla 6.2 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 Andalién

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 Andalién	AN-TR-10	--	--	--	0	No hay	0	1	CN ⁻	Otros parámetros seleccionados
								2	Color, Al	
								3	--	
								4	Fe, Mn, SST	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Andalién: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, hierro, manganeso, aluminio, color aparente, cianuro y coliformes totales

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 Andalién se presentan en el anexo 6.1.

7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

7.1 Indice de Calidad de Agua Superficial

7.1.1 Antecedentes

La aplicación del ICAS para esta cuenca, se realiza según lo propuesto en la metodología.

El ICAS de la cuenca del río Andalién, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 3 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Hierro
- Manganeso
- Aluminio

7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Andalién en Puchacay	72

Andalien

56.

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Andalién 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 Andalién en Puchacay	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 Andalién en Puchacay	81

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

7.2 Programa de Monitoreo Futuro

La base del programa de monitoreo futuro (estándar) considera que su objetivo es la verificación de la norma secundaria y que las mediciones se efectuarán como complemento de la actual red de monitoreo de la DGA, situación que se materializa en definir

los parámetros adicionales en cada estación existente y en agregar otras estaciones, si es estrictamente necesario. La metodología se encuentra descrita en la sección correspondiente y abarca desde la toma de muestras hasta el tratamiento de la información.

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

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

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

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

Andalien

58.

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 COD_SEG	Río Andalién en Puchacay 08220AN10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS		
Conductividad Eléctrica	μS/cm	O
DBO5	mg/l	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O
pH	unidad	O
RAS		
Sólidos disueltos	mg/l	S/I
Sólidos Suspendidos	mg/l	O
INORGANICOS		
Amonio	mg/l	S/I
Cianuro	μg/l	PPL
Cloruro	mg/l	
Fluoruro	mg/l	S/I
Nitrito	mg/l	S/I
Sulfato	mg/l	
Sulfuro	mg/l	S/I
METALES ESCENCIALES		
Boro	mg/l	LD
Cobre	μg/l	LD
Cromo total	μg/l	LD
Hierro	mg/l	PPL
Manganeso	mg/l	PPL
Molibdeno	mg/l	LD
Níquel	μg/l	
Selenio	μg/l	
Zinc	mg/l	
METALES NO ESCENCIALES		
Aluminio	mg/l	PPL
Arsénico	mg/l	
Cadmio	μg/l	LD
Estañio	μg/l	S/I
Mercurio	μg/l	LD
Plomo	mg/l	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS		
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL

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

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

- 1940-AND-01: Usos del suelo
- 1940-AND-02: Estaciones de medición y usos del agua
- 1940-AND-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 Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.3	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.4	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. Primera Edición. 1983.
2.5	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.6	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna acuática río Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Noviembre 2003.
2.7	INE, Instituto Nacional de Estadísticas http://www.censo2002.cl
2.8	CONAF, CONAMA. Catastro de Bosque Nativo
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. 1996.