

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 LAS MINAS

DICIEMBRE 2004

CADE-IDEPE
CONSULTORES EN INGENIERIA

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.	ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES	1
2.	RECOPIACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	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.....	6
2.2.4	Geomorfología.....	7
2.2.5	Suelos	7
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Las Minas.....	8
2.3.1	Flora terrestre y acuática	8
2.3.2	Fauna acuática	9
2.4	Sistemas Humanos.....	10
2.4.1	Asentamientos humanos.....	10
2.4.2	Actividades económicas	10
2.5	Usos del Suelo	11
2.5.1	Uso agrícola.....	11
2.5.2	Uso forestal.....	12
2.5.3	Uso urbano.....	12
2.5.4	Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad.....	12
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	13
3.1	Información Fluviométrica.....	13
3.2	Usos del Agua.....	14
3.2.1	Usos in – situ	14
3.2.2	Usos extractivos.....	15
3.2.3	Biodiversidad.....	17
3.2.4	Usos ancestrales.....	18
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	25
3.4	Datos de Calidad de Aguas	26
3.4.1	Fuentes de Información	26
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	27
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	29
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	29
4.1.1	Análisis por estación fluviométrica	29
4.1.2	Conclusiones	31
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)	37
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	38
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	44
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	47
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	47
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	49
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	51
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	54
5.4.1	Sólidos Suspendidos	56
5.4.2	Color aparente	56
5.4.3	Hierro	56
5.4.4	Manganeso	57
5.4.5	Estaño	57
5.4.6	Aluminio	57

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.7	Falencias de información.....	58
5.4.8	Conclusiones.....	58
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	60
6.1	Establecimiento de Tramos	60
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	60
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	64
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	65
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial.....	65
7.1.1	Antecedentes.....	65
7.1.2	Estimación del ICAS	65
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	66
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	66
7.3	Sistema de Información Geográfico	70
7.4	Referencias	70

ANEXOS

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

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

La cuenca del río Las Minas forma parte de la XII Región de Magallanes, insertándose dentro de una región geomorfológica dominada por La Pampa Magallánica donde los rasgos morfológicos predominantes son las formas planas y onduladas. Este curso fluvial posee una extensión de 61,6 km² constituyendo la cuenca más austral del país.

El río Las Minas sigue en su curso, una orientación poniente – oriente hasta su desembocadura en el mar (Estrecho de Magallanes) en la ciudad de Punta Arenas. A lo largo de su recorrido de aproximadamente 19,9 km hasta su desembocadura, sólo recibe el aporte fluvial del estero Linch y su trayecto en general, es de tipo recto y valle fluvial muy estrecho.

Es importante destacar además, que esta cuenca Patagónica pese a su reducida extensión, posee una gran superficie identificada como Área bajo Protección Oficial perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado. Este sitio protegido que corresponde a la Reserva Nacional Magallanes, ocupa una superficie de 12.359 Ha equivalentes al 69% de la superficie total de la cuenca.

El cauce seleccionado para el estudio corresponde únicamente al cauce fluvial del río Las Minas.

Las Minas

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

- Bases cartográficas del SIGIRH, del MOP-DGA. Escala 1:250.000.
- Bases del Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) de CONAMA.
- 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 Imperial es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-MIN-02.

Tabla 2.1: Segmentación adoptada en los Cauces Seleccionados de la Cuenca del río Las Minas

CUENCA RIO					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
12586	Río de LAS MINAS	LM	1	12586 - LM - 10	NACIENTE RÍO LAS MINAS	EST. CALIDAD RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG
12586	Río de LAS MINAS	LM	2	12586 - LM - 20	EST. CALIDAD RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG	DESEMBOCADURA

Las Minas

4.

2.2 Sistema Físico - natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Las Minas, presenta un clima de estepa fría que se da en la vertiente oriental de la Cordillera Patagónica y que predomina en el sector continental central, ciudad de Punta Arenas.

La ciudad de Punta Arenas registra una precipitación media anual de 425 mm, que se presenta preferentemente en primavera – verano y en invierno en forma de nieve. La temperatura media es de 6,7°C. Esta zona además presenta constante viento el que se hace más intenso durante primavera – verano, época que alcanza una velocidad promedio de 30 a 40 km/ hora, disminuyendo casi totalmente en invierno.

Las temperaturas medias por estación en la ciudad de Punta Arenas, situada en el centro geográfico de la sección continental son:

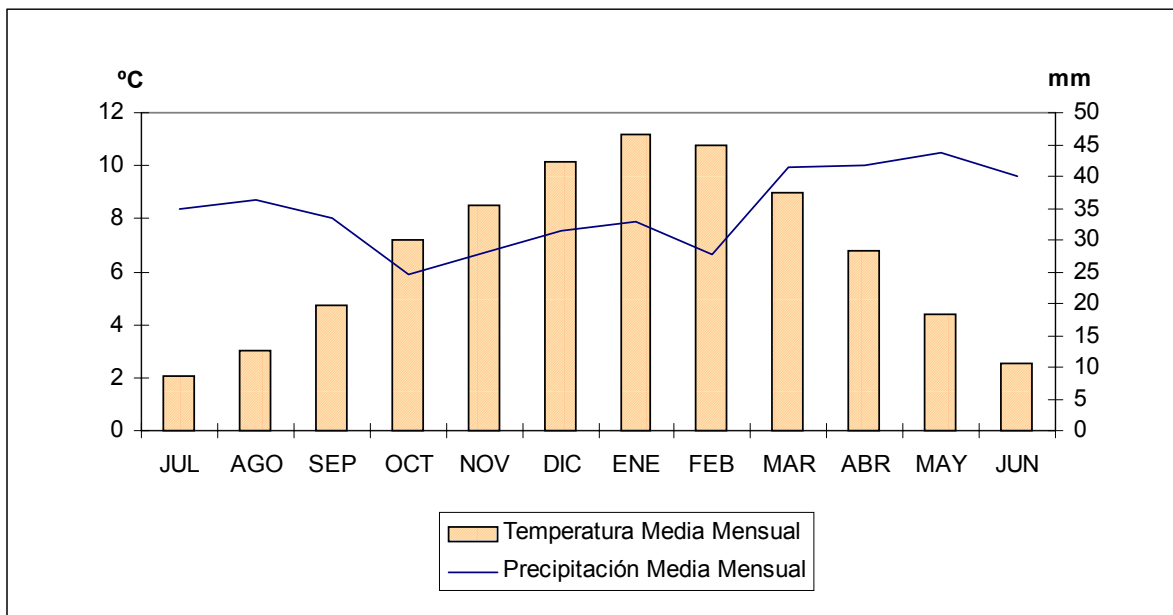
Tabla 2.2: Temperaturas medias en la ciudad de Punta Arenas

Temperatura	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Medias	6,9 °C	10,6 °C	6,8 °C	2,0 °C
Media Máxima	11,2 °C	15,3 °C	10,0 °C	5,8 °C
Media Mínima	2,5 °C	5,5 °C	2,3 °C	1,3 °C

[Ref 2.1]

Una particularidad del clima austral es la cantidad de horas de luz solar, las cuales son reducidas en invierno y prolongadas en verano, alcanzando durante el mes de diciembre aproximadamente a 18 horas [Ref 2.1].

En el siguiente diagrama climático (Figura 2.1), se presentan los montos de precipitación y temperaturas medias mensuales del río Las Minas de la Estación Punta Arenas.



[Ref 2.2]

Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico, Estación Punta Arenas

2.2.2 Geología y Volcanismo

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

- Rocas EM1m, del tipo sedimentaria del Eoceno - Mioceno. Secuencias sedimentarias marinas sublitorales limolitas y arcillolitas.
- Rocas OM1c, del tipo sedimentaria del Oligoceno - Mioceno. Secuencias sedimentaria continental parálicas o aluviales: conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y mantos de carbón.
- 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.

No existe influencia volcánica en esta cuenca.

Las Minas

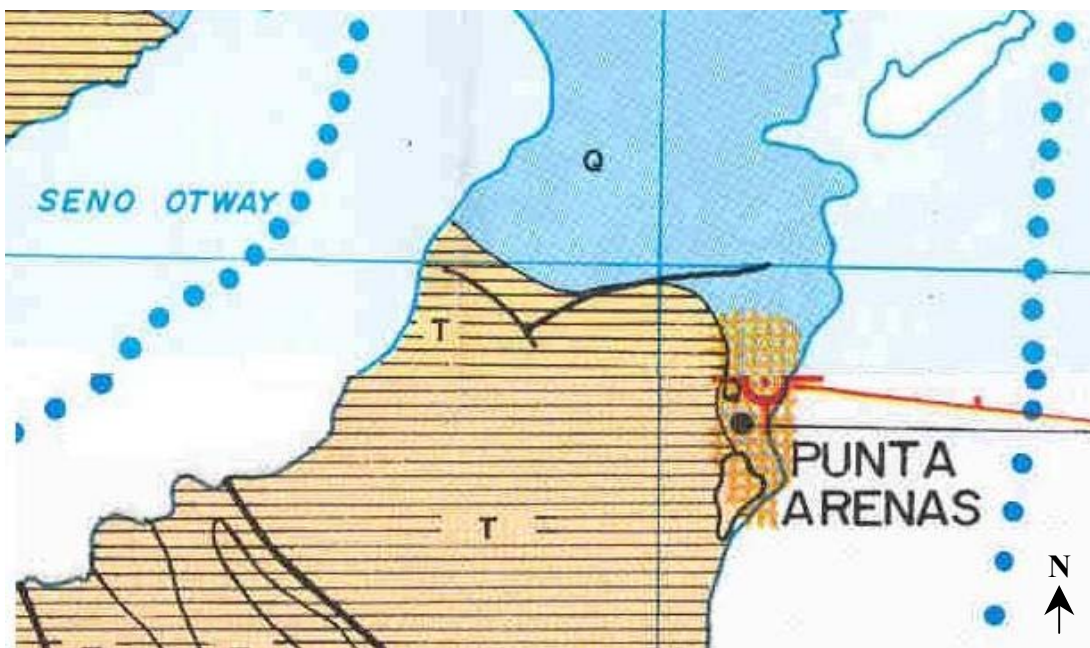
6.

2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Las Minas se extiende desde la latitud $53^{\circ}00'$ hasta los $53^{\circ}10'$ latitud Sur.

La cuenca se encuentra inserta completamente sobre un basamento de rocas sedimentarias compuestas de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados en general impermeables, cuya formación se remonta al período terciario. En la parte baja de la cuenca, sector de ciudad de Punta Arenas, se encuentra un estrato de depósitos no consolidados o rellenos de origen aluvial y coluvial de aproximadamente 5 m. El acuífero escurre en dirección oeste - este desde los sectores altos de la Reserva Nacional Magallanes hasta el Estrecho del mismo nombre por un plano inclinado a una profundidad aproximada de 2 metros.

En 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 Las Minas.



[Ref. 2.4]

Nota : la escala no permite apreciar el río Las Minas, esto es posible en escala 1:125.000 como muestra la lámina.

**Figura 2.2: Características Hidrogeológicas de la cuenca del río Las Minas
(Escala 1:1.000.000)**

2.2.4 Geomorfología

La geomorfología de la cuenca del río Las Minas, se caracteriza por la presencia de dos rasgos geomorfológicos bien definidos, La Pampa Magallánica y la cordillera Patagónica.

El cauce del río Las Minas, presenta un escurrimiento de tipo recto con sentido general, poniente - oriente y presentando un valle estrecho hasta desembocar en el mar (Estrecho de Magallanes), en la ciudad de Punta Arenas.

En general, topografía magallánica presenta valores modestos en alturas relativas, de tal modo que el paisaje se encuentra bajo el dominio de formas planas y onduladas, típicas del modelado fluvio – glacial. Las principales alturas no superan los 600 metros de altitud.

Las geoformas de la Patagonia y alrededores de la cuenca del río Las Minas manifiestan el dominio de la morfología glacial en las formas lacustres, en la cuenca fluvial, en las cumbres cordilleranas, e incluso, en el área peninsular del Pacífico [Ref. 2.5] [Ref.2.6].

El sector de desembocadura del río Las Minas, está constituido por arena gruesa en la parte superior de la playa, y arena gruesa y grava en la parte inferior de ésta. No se observan bolones ni substratos rocosos [Ref. 2.7].

2.2.5 Suelos

Los suelos de la cuenca del río Las Minas y en general del extremo sur del país, son áreas escasamente estudiadas.

Debido a la que en esta zona existe un régimen de lluvias abundantes durante todo el año, se supone que existe un dominio de suelos Histosoles asociados con suelos Spodosoles (suelos derivados de cenizas). En áreas importantes de la Patagonia existiría un régimen de humedad arídico no comprobado aún, que originaría suelos Aridisoles. Existen probablemente inclusiones de suelos del orden Mollisol [Ref. 2.8].

Las Minas

8.

Los suelos histosoles se caracterizan por poseer grandes acumulaciones de materia orgánica sin evolucionar; los spodosoles, son suelos con horizonte diagnóstico espódico [Ref. 2.9].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Las Minas

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 Magallanes:

Formación extensamente repartida en la XII Región, siendo en ella la presencia de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) uno de los rasgos característicos del paisaje vegetal. Esta formación presenta una gradiente de aridez de este a oeste y variaciones con la altitud. En algunos sectores está en directa relación con las formaciones turbosas.

Entre las comunidades vegetales que presenta esta formación están: *Nothofagus pumilio* – *Maytenus disticha* (Lenga – Maitén Chico), *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus betuloides* – *Drimys winteri*, *Bolax gummifera* – *Pernettya pumila* y *Empetrum rubrum* – *Sphagnum magallanicum* [Ref. 2.10].

En la tabla siguiente, se listan las especies potencialmente presentes más comunes. No hay especies con problemas de conservación.

Tabla 2.3: Vegetación acuática río Las Minas

Nombre Científico
<i>Myriophyllum aquaticum</i>
<i>Polygonum sp</i>
<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Potamogeton stenostachys</i>
<i>Blechnum penna-marina</i>
<i>Calliergon sp.</i>
<i>Hypochoeris radicata</i>
<i>Drepanocladus sp</i>
<i>Juncus spp</i>
<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Scirpus californicus</i>
<i>Lotus pedunculatus</i>
<i>Cladophora sp.</i>

[Ref. 2.11]

2.3.2 Fauna acuática

En la siguiente tabla se listan las especies de peces presentes en el río Las Minas donde se incluye la fauna íctica caracterizada según especie, nombre científico y estado de conservación.

Tabla 2.4: Fauna Íctica presente en el río Las Minas

Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación
<i>Peladilla</i>	<i>Aplochiton taeniaches Jenyns, 1842</i>	<i>Vulnerable</i>
<i>Puye*</i>	<i>Galaxia maculatus</i>	<i>Fuera de Peligro</i>
<i>Farionella listada</i>	<i>Aplochiton zebra</i>	<i>Vulnerable</i>
<i>Trucha, Perca trucha</i>	<i>Percichthys trucha</i>	<i>Insuficientemente conocida por falta de información</i>
<i>Lamprea anguila*</i>	<i>Geotria australis</i>	<i>Vulnerable</i>
<i>Lamprea*</i>	<i>Mordacia lapicida</i>	<i>Inadecuadamente conocida</i>
<i>Trucha café</i>	<i>Salmo truta</i>	<i>No listada</i>
<i>Trucha arcoiris</i>	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	<i>No listada</i>
<i>Trucha de arroyo</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>No listada</i>

*Especies ícticas marinas que en ciertas etapas de su desarrollo han migrado desde los cursos fluviales hacia el mar.

[Ref. 2.11]

Las Minas

10.

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Las Minas forma parte de la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, abarcando la comuna de Punta Arenas, provincia de Magallanes. La cuenca posee una superficie de 61.6 Km² equivalentes al 0,01% de la Región.

El único asentamiento humano emplazado en la cuenca clasificado como ciudad corresponde a Punta Arenas. Esta ciudad posee al año 1992 una población total de 109.110 habitantes. Según datos censales del año 2002, la comuna de Punta Arenas posee un total de 119.496 habitantes de los cuales el 97% corresponde a población urbana (116.005 habitantes) [Ref. 2.12].

2.4.2 Actividades económicas

La minería (petróleo, gas, caliza y carbón) es uno de los principales recursos económicos de la región, al igual que la ganadería (ovinos), que constituye uno de los rubros más importantes, representando más del 80 % de las exportaciones chilenas de lana, además de abastecer al país, en gran medida, de carne [Ref. 2.13].

El turismo, es una de las principales actividades económicas de la Región. En la ciudad de Punta Arenas se pueden realizar excursiones hacia los principales atractivos turísticos de la zona. Los recursos son en su mayoría bellezas naturales que pueden ser visitadas por vía terrestre, marítima o aérea. El área turística perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) emplazado en la cuenca, corresponde a la Reserva Nacional Magallanes.

La ganadería ovina en Punta Arenas es la más importante y constituye junto a la actividad turística, la principal actividad económica de la cuenca.

2.5 Usos del Suelo

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

Tabla 2.5: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Las Minas

Cuenca del río Las Minas (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
6.160	Praderas	804,8	13,1
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	26	0,4
	Plantaciones forestales	0	0
	Áreas urbanas e industriales	683,6	11,1
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	1.808	29,4
	Otros Usos*	2802,8	45,5
	Áreas sin vegetación	32,9	0,5

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.14].

De acuerdo a los límites y escalas para las distintas Macroregiones consideradas en el Catastro del Bosque Nativo, se tiene que para la Macroregión Iib (área correspondiente a zonas boscosas de la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes, provincia de Última Esperanza, Magallanes y sur de Tierra del Fuego en la XII Región), la mínima unidad cartografiable corresponde a 25 Ha. Por ello, no es posible cartográficamente representar en la lámina 1940-MIN-01 el uso de suelo minero.

2.5.1 Uso agrícola

Los principales cultivos de la cuenca corresponden a hortalizas y paparas. Las demandas de riego se concentra en el valle intermedio, presentando requerimientos entre octubre y abril. La superficie dedicada a este uso alcanza las 75 ha.

Las Minas

12.

2.5.2 Uso forestal

Este tipo de uso del suelo no se presenta en la cuenca. Es importante destacar que la cuenca posee una superficie importante de terrenos con especies de bosque nativo (5.194 Ha) [Ref. 2.14].

2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca comprende 1.974 Ha equivalentes al 11% de la superficie total. La población urbana, se concentra únicamente en la ciudad de Punta Arenas.

La superficie de la cuenca destinada a la actividad minera, es reducida (menor a 25 Ha). Las faenas mineras de tipo artesanal (lavaderos de oro) se emplazan en el sector alto de la cuenca.

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

El Área bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplaza en la cuenca, corresponde a la Reserva Nacional Magallanes. Este sitio posee una superficie total de 19.625 Ha de las cuales el 63% se emplaza en la cuenca (12.359 Ha).

La cuenca del río Las Minas no posee sitios de conservación de la biodiversidad [Ref. 2.14] [Ref. 2.15].

3. ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS

3.1 Información Fluviométrica

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

Tabla 3.1: Estación Fluviométrica de la Cuenca del río Las Minas

Nombre	Período de Registro
RÍO LAS MINAS EN BOCATOMA SENDOS	1983 – 2002

El río Las Minas nace en las faldas del cerro Mirador y toma un curso con dirección hacia el este. Luego de un breve recorrido pasa a través de la ciudad de Punta Arenas para desembocar en el Estrecho de Magallanes.

Como esta cuenca sólo cuenta con una estación fluviométrica, Las Minas en bocatoma Sendos, no tiene sentido hablar de grupos hidrológicos. La estadística de esta estación fluviométrica ha sido completada mediante correlaciones lineales con la estación Río San Juan en desembocadura, de la cuenca del río San Juan, ya que ésta muestra un carácter similar y se encuentra relativamente cerca.

La estadística completada utilizada para el análisis de frecuencia de esta cuenca se encuentra en el anexo 3.1, donde se señalan los valores 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:

- Sistema de Información Integral de Riego (SIIR).
- Catastro Bosque Nativo CONAF – CONAMA.
- “Diagnóstico y Propuesta para la Conservación de la Biodiversidad en la XII Región”, 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.

b) Pesca deportiva y recreativa

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

En esta cuenca no se han detectado áreas donde se desarrolla esta práctica.

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.

Para cuantificar las demandas agrícolas, se ha dividido la cuenca en tres sectores, de acuerdo a la referencia utilizada:

- Sector 1: Corresponde al área ubicada al sur del río Las Minas y al poniente de la ciudad de Punta Arenas.
- Sector 2: Corresponde al área ubicada al norte del río Las Minas y al poniente de la ciudad de Punta Arenas
- Sector 3: Corresponde al área ubicada al norte de la ciudad de Punta Arenas y al norte del sector 2.

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

Tabla 3.2: Demanda Neta de los cultivos por sector en la cuenca del río Las Minas (m³/mes)

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Sector 1	33002	25703	17573	2025	0	0	0	0	0	3713	6183	22317
Sector 2	45368	36716	25779	2971	0	0	0	0	0	3816	6563	29270
Sector 3	27308	13609	5554	640	0	0	0	0	0	10214	15850	26269

[Ref. 3.1]

Los principales cultivos de la cuenca corresponden a hortalizas y papas.

A pesar de disponer de información acerca de las demandas, no hay datos de la ubicación de bocatomas para esta cuenca.

b) Captación para agua potable

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

En relación a las demandas de agua potable, al año 2017 se proyecta una demanda bruta por parte del sector residencial de 471,02 (l/s), lo que se traduce en 331,18 (l/s) de demanda neta.

Las fuentes de agua potable se agrupan en cuatros sistemas, que se describen a continuación [Ref. 3.1]:

- Sistema 1: Conformado por las captaciones Llau Llau, río Las Minas, Los Ciervos.
- Sistema 2: Conformado por la captación río Leñaduras.
- Sistema 3: Conformado por la captación río Tres Brazos
- Sistema 4: Conformado por la captación Parrillar.

De éstos no se dispone de suficiente información para poder asignarlas a un segmento específico y en la referencia citada no se indica si corresponden a fuentes superficiales o subterráneas.

c) Generación de energía eléctrica

Hasta el año 1996, información más reciente disponible, no existían derechos de agua otorgados para éste uso.

d) Actividad industrial

De acuerdo a los antecedentes del año 1996, en esta cuenca se localizan 29 industrias, de las cuales las más importantes en relación al consumo de agua son 9 industrias pesqueras y 5 frigoríficos y mataderos. A continuación se presenta la demanda neta por parte de los principales rubros:

Tabla 3.3: Demanda neta de los rubros industriales en la cuenca del río Las Minas (l/s)

Rubro	Demanda Neta (l/s)
Pesquera	35
Frigoríficos y mataderos	19
Embotelladoras y cervecerías	6
Papeles e impresos	1
Otras	1
Total	61

[Ref. 3.1]

La mayoría de las instalaciones industriales se localizan en las proximidades de la ciudad de Punta Arenas.

e) Actividad minera

Se ha detectado un derecho sobre aguas para éste uso en el río Las Minas de 181 (l/seg), el cual no se ha podido ubicar con exactitud.

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 río Las Minas existe un sitio contemplado en el SNASPE:

- Reserva Nacional Magallanes: Posee una superficie de 19.625 has., con una altitud que va desde los 350 a los 600 mts. La vegetación está compuesta principalmente por el Bosque Magallánico donde destacan el coigüe y la lenga. Por otra parte existe una gran variedad de mamíferos: zorro gris, zorro culpeo, puma, ratoncito lanoso, lauchón de pie chico; y gran cantidad de aves: Caiquén, avutarda, pato jergón chico, pato real, zorzal, chincol, loica, chercán, tiuque, carpintero negro, pitío, cóndor.

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-MIN-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 a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.4, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

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

Tabla 3.4: Usos de agua por segmento en la cuenca de Las Minas

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Las Minas	12586LM10								•	
	12586LM20						•		•	

[Ref. 3.1]

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

3.3 Descargas a Cursos de Agua

3.3.1 Descargas de tipo domiciliario

La cuenca del río Las Minas posee una población urbana total estimada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) al año 2001 de 125.215 habitantes, correspondiente a la población de la ciudad de Punta Arenas.

De este total de población urbana presente en la cuenca, el 99,9% (125.199 habitantes) posee servicios de agua potable y un 99,1% (124.093 habitantes) servicios de alcantarillado. Esto refleja que un grupo importante de población urbana es atendida con por la empresa de servicios sanitarios ESMAG S.A.

La ciudad de Punta Arenas no cuenta con servicios de tratamiento de aguas servidas. Según estimaciones al año 2005 (SISS), esta ciudad contará con el 100% de cobertura en el tratamiento de sus aguas domiciliarias. Actualmente el cauce del río Las Minas recibe cinco descargas de la red de alcantarillado de la ciudad. Al cauce llegan además, descargas clandestinas de aguas servidas, diversos colectores de aguas lluvias y desagües de sumideros ubicados en las calles adyacentes [Ref. 3.2]

Las descargas identificadas son las siguientes:

Tabla 3.5: Identificación Descargas de Aguas Servidas

Número de Descarga	Nombre	Ubicación
Descarga N° 1	Arturo Merino Benítez	Ubicada frente a la avenida de igual nombre, recoge las aguas servidas del sector comprendido entre las calles E. Abello por el sur, hasta Arturo Merino B. por el norte; incluye además las poblaciones Las Naciones, Javier Palacios, Friburgo y Villa Cataratas del Niágara. La descarga, que termina en un tubo de acero de 500 mm de diámetro, se encuentra apoyada sobre pilotes de acero.
Descarga N° 2	Manantiales	Ubicada frente a la calle de igual nombre, recoge las aguas servidas del sector comprendido desde cerro a playa con límite sur en calle Capitán Guillemos hasta Elías Cruz, Mardónez hasta Zenteno y El Ovejero hasta Av. Bulnes. El límite norte es la calle E. Abello hasta Av. España, Manantiales hasta Uruguay y nuevamente E. Abello, hasta la playa. La descarga, que termina en un tubo de acero de 500 mm de diámetro, se encuentra apoyada en pilotes de acero.
Descarga N° 3.	Club Hípico	Ubicada frente a la avenida Club Hípico en el sector centro norte de la ciudad, recoge las aguas servidas de un vasto sector que se extiende de extremo a extremo de la ciudad en sentido oriente - poniente y se ubica al norte del río Las Minas. La descarga, que es unitaria, termina en una cámara aliviadero de tormenta de donde sale un tubo de acero de 500 mm de diámetro, que evacua las aguas servidas, y uno de hormigón de 1.000 mm de diámetro, apoyada sobre la playa, para evacuar las posibles crecidas.
Descarga N° 4	Rómulo Correa	Esta descarga, que se ubica frente a la calle de igual nombre, recoge las aguas servidas del sector central comprendido por las calles Rómulo Correa por el norte, Av. Colón por el sur, Zenteno por el poniente y J. Montt por el oriente; se incluye además las poblaciones Inho Inhen y la calle I. Carrera Pinto hacia el poniente de Zenteno. Además hacia el sur de Av. Colón, incluye la parte del sector cerro La Cruz ubicada al costado del regimiento Pudeto y el área comprendida entre Av. España, W. Seguel y Magallanes.
Descarga N° 5.	Pérez de Arce	Ubicada en el sector sur de la ciudad, frente a la avenida del mismo nombre, recoge las aguas servidas del sector sur de la ciudad en su parte alta y abarca todas las poblaciones ubicadas entre el río de Las Minas y el río de La Mano, con límite oriente aproximado en calle Rancagua hasta Pérez de Arce. La descarga, que termina en un tubo de acero de 450 mm de diámetro, se encuentra apoyada sobre pilotes.

[Ref. 3.2]

A continuación, en la tabla 3.6 se incluye información referente a la empresa de servicios sanitarios que opera actualmente en la cuenca; el cuerpo receptor de las aguas servidas; el porcentaje de cobertura de tratamiento de aguas servidas (estimadas al año 2001) y población total estimada (urbana y saneada) para cada localidad. Además se incluye información de las descargas existentes en la cuenca, según el estudio “Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la XII Región” realizado por GSI Ingenieros Consultores.

Las Minas

22.

Tabla 3.6: 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)	Caudal (L/S)	DBO ₅ (mg/l)	pH	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/l)	Colif. Fecales (NMP/100 ml)
Punta Arenas	12586LM10 y 12586LM20	Río Las Minas	ESMAG	0	125.215	124.093	229,8	35	6,0 - 8,5	80	20	< 1,0E+03
Descarga N°1	N/I	Río Las Minas	ESMAG				13,1	155	7,5	172	24,6	5,4E+06
Descarga N°2	N/I	Río Las Minas	ESMAG				28,5	243	7,78	200	49,8	1,6E+07
Descarga N°3	N/I	Río Las Minas	ESMAG				44,9	298	8,0	250	33,7	9,2E+07
Descarga N°4	N/I	Río Las Minas	ESMAG				16,3	175	7,7	147	36,8	5,4E+07
Descarga N°5	N/I	Río Las Minas	ESMAG				98,4	120	7,7	113	26	5,4E+07

NOTAS:

- N/I: Segmento asociado a la descarga no identificado.
- La información de población Total y saneada, corresponde a una estimación al año 2001 realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- Las concentraciones de los parámetros característicos de las aguas servidas debe ser proporcionada por la empresa sanitaria ESMAG S.A. Si los efluentes de aguas servidas cumplen con el Decreto N° 90/00, las concentraciones de éstos parámetros son inferiores a aquellas incluidas en la tabla anterior (límite máximo permisible por el Decreto N°90).
- El valor de caudal de descarga del efluente de la empresa de servicios sanitarios, ha sido estimado con respecto a la población estimada saneada al 2001, disponible en el Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- La información asociada a coberturas, población y plantas de tratamiento, ha sido proporcionada por la SISS.
- La información de concentración de los parámetros físico – químicos considerados, se incluyen en el estudio denominado “Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la XII Región” , GSI Ingenieros Consultores .

Las Minas

24.

3.3.2 Residuos industriales líquidos

La comuna de Punta Arenas, como capital regional, es la que presenta el mayor número de industrias dentro de su territorio; en ella funcionan mataderos, frigoríficos, pesqueras, industrias del petróleo, industrias químicas, etc. El área rural norte, es la zona que alberga la mayor cantidad de recintos industriales, encontrándose en la zona sur sólo algunos recintos pesqueros. Estos recintos, en su mayoría, tienen como cuerpo receptor de sus aguas residuales el Estrecho de Magallanes y, en algunas ocasiones descargan a cuerpos de agua continental. El Barrio Industrial es un conglomerado en el que funcionan diversas empresas de variados rubros, encontrándose éstas en la zona urbana norte de la comuna y dentro del territorio de concesión de ESMAG, por lo que cuentan con sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas servidas. En la zona urbana propiamente tal, se tiene actividad industrial de algunas pesqueras y la presencia de Servicentros e Imprentas; estos recintos están conectados al alcantarillado de aguas servidas.

En síntesis, se puede señalar que las industrias del sector pesquero presentan descargas con altos contenidos de aceites y grasas, poder espumógeno, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅); los mataderos presentan descargas con altos contenidos de aceites y grasas, poder espumógeno, sólidos suspendidos totales y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅); los servicentros no muestran cuidado con la emisión de hidrocarburos y sólidos suspendidos totales; las industrias del sector impresos presentan riles con alta DBO₅; Standard Wool Chile S.A. es una de las industrias más contaminantes de la región presentando riles con altísimo contenido de sólidos suspendidos totales y DBO₅ [Ref.3.2]

Las Minas

26.

3.4 Datos de Calidad de Aguas

3.4.1 Fuentes de Información

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

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1990-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Las Minas				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Las Minas					
En Bocatoma Esmag (Sendos)	SI	31	21	1990-2002	22
En Desembocadura	NO	30	21	1996-2002	11
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas		NO	
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos		NO	
• Metales esenciales	SI	• Orgánicos		NO	
• Metales no esenciales	SI	• Otros parámetros no normados		SI	

- b) Estudio “Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la Región de Magallanes y Antártica Chilena”, GSI Ingenieros Consultores Ltda.(Sep.99 a Sep.2000).

Sus principales características son las siguientes:

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO GSI INGENIEROS CONSULTORES					
Cuenca	Las Minas				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Las Minas					
Antes desc. Filtros ESMAG	SI	9	8	May-Jul.2000	2
Av. Pdte. Eduardo Frei M.	NO	9	8	May-Jul.2000	2
200 m antes Puente Zenteno	NO	9	8	Oct.1999	1
En Puente Chiloé	NO	9	8	Ene.2000	1
En Puente Quillota	NO	9	8	May-Jul.2000	2
150 m antes Desembocadura	NO	9	8	Ene.2000	1
30 m norte Desembocadura	NO	9	8	May-Jul.2000	2
Parámetros medidos Instructivo					
• Indicadores físico-químicos	SI	• Orgánicos plaguicidas			NO
• Inorgánicos	SI	• Microbiológicos			SI
• Metales esenciales	NO	• Orgánicos			SI
• Metales no esenciales	NO	• Otros parámetros no normados			NO

- c) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

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

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

- Análisis de outliers

Cada vez que, en una estación de monitoreo, un registro o valor de un parámetro aparentemente difiere notoriamente del resto de los valores registrados, se procede a someter estos puntos discordantes al test de Dixon para la detección de outliers. Una vez realizado éste proceso de revisión de la información existente en la cuenca del río Las Minas, 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 Las Minas 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), cromo (<10 µg/l), molibdeno (<0.01 mg/L), níquel (<10 µg/l), selenio (<1 µg/l), zinc (<0.01 mg/L), arsénico (<0.001 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 Las Minas, se incluye en forma de archivo digital en el anexo 3.2.

4. ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación fluviométrica

a) Río Las Minas en bocatoma Sendos

Se ubica en el río Las Minas, a 346 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y figura 4.1, donde se muestran los caudales mensuales para distintas probabilidades de excedencia, se aprecia que esta estación presenta un régimen nivo – pluvial, ya que sus mayores caudales se observan en primavera, debido a deshielos, y en menor medida en invierno, producto de lluvias.

En años húmedos los mayores caudales ocurren en octubre, debido a deshielos primaverales, y en menor medida en julio, producto de lluvias invernales. Los menores se observan entre noviembre y marzo.

En años secos se observa un comportamiento similar, con los mayores caudales entre septiembre y octubre, producto de deshielos, y con los menores entre noviembre y marzo.

Tabla 4.1: Río Las Minas en bocatoma Sendos (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	2.075	2.271	2.075	3.420	2.309	2.435	4.782	1.392	1.009	0.627	0.846	1.534
10	1.651	1.875	1.756	2.750	1.952	2.117	3.771	1.104	0.734	0.527	0.648	1.160
20	1.252	1.486	1.434	2.112	1.581	1.787	2.828	0.834	0.499	0.423	0.468	0.827
50	0.738	0.954	0.974	1.275	1.019	1.292	1.632	0.488	0.239	0.266	0.252	0.433
85	0.385	0.552	0.605	0.685	0.520	0.867	0.829	0.252	0.096	0.126	0.118	0.195
95	0.263	0.400	0.457	0.476	0.293	0.686	0.557	0.171	0.057	0.063	0.075	0.122
Dist	L2	L2	L2	L2	G	L2	L2	L2	L2	G	L2	L2

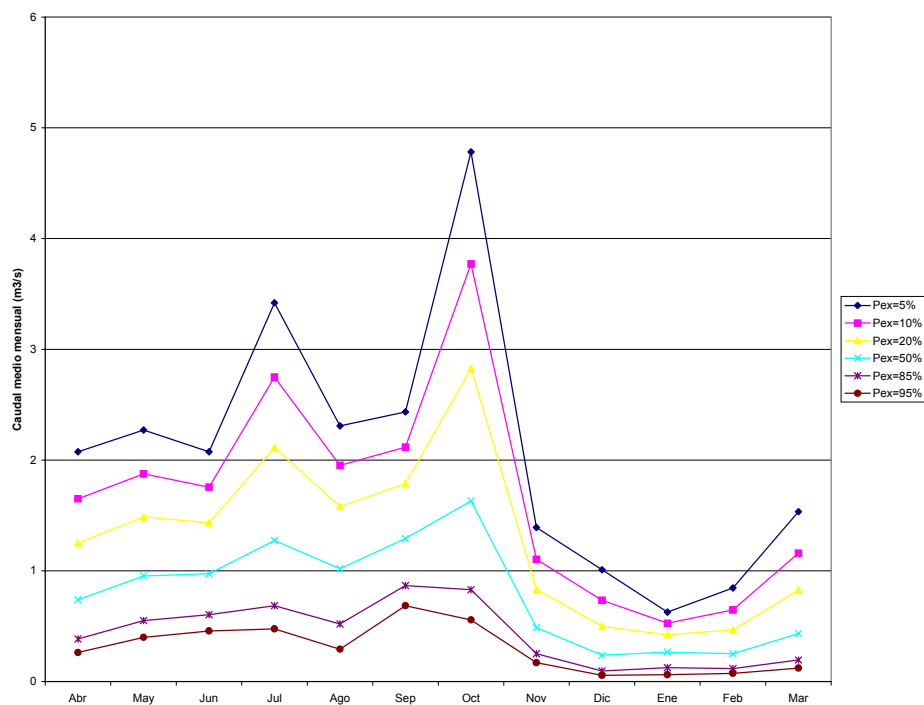


Figura 4.1: Curva de Variación Estacional río Las Minas en bocatoma Sendos

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

Esta cuenca, que sólo cuenta con un cauce seleccionado y una estación fluviométrica, muestra un régimen nivo – pluvial, ya que los mayores caudales se originan producto de deshielos primaverales y en menor medida por lluvias invernales.

El período de estiaje ocurre en el trimestre dado por los meses de diciembre, enero y febrero.

Tabla 4.2: Períodos de Estiaje para la Cuenca del río Las Minas

Nº	Cuenca	Período Estiaje
1	Las Minas	Diciembre – Enero – Febrero

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 periodo estacional

4.2.1 Selección de parámetros

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

a) Parámetros obligatorios

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

Para DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, la base de datos de la DGA no contiene registros.

b) Parámetros principales

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

En la tabla 4.3 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 Las Minas

PARAMETROS	UNIDAD	FUENTE	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS						
Conductividad Eléctrica	μS/cm	DGA	90	469	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	GSI	<2	95	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	-	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	DGA	7,2	13,0	>7,5	Obligatorio
pH	unidad	DGA	6,2	8,2	6,5 - 8,5	Obligatorio
RAS	-	DGA	0,5	1,8	<2,4	No
Sólidos disueltos	mg/L	-	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	GSI	<5	473	<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	DGA	6,0	27	<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	DGA	27,8	118,0	<120	No
Sulfuro	mg/L	-	s/i	s/i	<0,04	No
ORGANICOS						
Aceites y Grasas	mg/L	GSI	<5	33	<4	Si
ORGANICOS PLAGUICIDAS						
		-	s/i	s/i		No

Tabla 4.3 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Las Minas

PARAMETROS	UNIDAD	FUENTE	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
METALES ESENCIALES						
Boro	mg/l	DGA	<1	<1	<0,4	No
Cobre	µg/L	DGA	<10	<10	<7,2	No
Cromo total	µg/L	DGA	<10	<10	<8	No
Hierro	mg/L	DGA	0,05	5,30	<0,8	Si
Manganeso	mg/L	DGA	<0,01	0,88	<0,04	Si
Molibdeno	mg/L	DGA	<0,01	<0,01	<0,008	No
Níquel	µg/L	DGA	<10	<10	<42	No
Selenio	µg/L	DGA	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	DGA	<0,01	<0,01	<0,096	No
METALES NO ESENCIALES						
Aluminio	mg/L	DGA	<0,01	3,60	<0,07	Si
Arsénico	mg/L	DGA	<0,001	<0,001	<0,04	No
Cadmio	µg/L	DGA	<10	<10	<1,8	No
Estaño	µg/L	-	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	DGA	<1	<1	<0,04	No
Plomo	mg/L	DGA	<0,01	<0,01	<0,002	No
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	GSI	<2	8,5 E5	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	GSI	<2	4,6 E7	<200	Si

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

Parámetros Obligatorios

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

Parámetros Principales

- Aceites y Grasas
- Hierro
- Manganeso

- Aluminio
- Coliformes Totales

De acuerdo al programa de muestreo 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
- Estaño

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: RAS, cloruro y sulfato.

No es posible realizar un análisis para los parámetros: boro, cromo, molibdeno, cadmio, mercurio y plomo ya que su valor corresponde al límite de detección (LD) y 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 del río Las Minas: 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 suficientes datos para realizar 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 RIO LAS MINAS	
Conductividad Eléctrica:	
	La tendencia central de la conductividad a largo plazo va en un pequeño aumento a lo largo del río, con una serie de tiempo de doce años en la estación Bocatoma y un comportamiento creciente en aproximadamente 30 $\mu\text{S/cm}$ con una tendencia central plana en un valor de 270 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Desembocadura en una serie de tiempo de seis años que va desde 1996 hasta 2002 se observa un comportamiento decreciente en aproximadamente 50 $\mu\text{S/cm}$ con una tendencia central decreciente en un valor de 300 $\mu\text{S/cm}$.
Oxígeno Disuelto:	
	En la estación Bocatoma la tendencia del oxígeno disuelto a largo plazo se observa en una serie de tiempo en dos períodos el primero desde 1996 a 1997 con un comportamiento disímil, suspendida en el año 1998 y un segundo registro desde 1999 a 2002 con un comportamiento decreciente, la tendencia central es plana en un valor de 11,0 mg/l. En la estación Desembocadura en una serie de tiempo de cinco años que va desde 1996 a 2001 el comportamiento va en aumento en aproximadamente 1,0 mg/l. La tendencia central es creciente en un valor de 9,04 mg/l.
pH:	
	En la estación Bocatoma la tendencia del pH a largo plazo se observa en una serie de tiempo en dos periodos el primero desde 1990 a 1994 con un comportamiento disímil, suspendida entre los años 1994-1995 y un segundo registro desde 1996 a 2002 con un comportamiento constante en un solo valor, la tendencia central es plana en un valor de 7,5. En la estación Desembocadura en una serie de tiempo de seis años que va desde 1996 a 2002 el comportamiento oscila en un rango de variación de 0.5 unidades con una tendencia central en un valor de 7.4.
Hierro:	
	En la estación Bocatoma la tendencia del hierro a largo plazo se observa en una serie de tiempo en dos periodos el primero desde 1990 a 1994 con un comportamiento disímil, suspendida entre los años 1994-1995 y un segundo registro desde 1996 a 2002 con un comportamiento decreciente en aproximadamente 0,4 mg/l hasta el año 2001, en el último año vuelve a crecer en la misma proporción que decrece anteriormente, la tendencia central es decreciente en un valor de 1,4 mg/l. En la estación Desembocadura en una serie de tiempo de cinco años que va desde 1996 a 2001 el comportamiento es disímil hasta el año 2000 y luego en el último año se mantiene constante en un mismo valor. La tendencia central tiene un valor de 1,4 mg/l.
Manganeso :	
	En la estación Bocatoma la tendencia del hierro a largo plazo se observa en una serie de tiempo de cinco años con un comportamiento oscilante en un mismo rango a lo largo de toda la serie con una tendencia central plana en un valor de 0,25 mg/l. En la estación Bocatoma en la misma serie de tiempo el comportamiento es a disminuir en aproximadamente 0,20 mg/l, la tendencia central es decreciente en un valor de 0,32 mg/l.
Aluminio:	
	En la estación Bocatoma la tendencia del aluminio a largo plazo se observa en una serie de tiempo de cuatro años el comportamiento es a disminuir en aproximadamente en 1,0 mg/l con una tendencia central decreciente en un valor de 1.0 mg/l. En la estación Desembocadura la serie de tiempo esta restringida a dos años observándose un comportamiento que aumenta en aproximadamente en 0,45 mg/l con una tendencia central en un valor de 0.45 mg/l.

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

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

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

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
12586LM10	Río Las Minas frente bocatoma ESMAG (2)	Estación de Monitoreo Vigente	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
12586LM20	Río Las Minas en Desembocadura	Estación de Monitoreo Vigente	

4.2.4 Base de Datos Integrada (BDI)

Para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, se establece la denominada *Base de Datos Integrada* (BDI), la cual contiene datos recopilados de monitoreos o muestreos realizados a la fecha (información de nivel 1 al nivel 3), datos del Programa de Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE durante el desarrollo de la presente consultoría (información nivel 4) y estimaciones teóricas (información nivel 5) de los parámetros obligatorios DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, en caso de carecer de información de nivel superior. El método de cálculo de estos parámetros se presenta en la Sección II del Informe Final, la cual está destinada a presentar la metodología general del estudio.

En forma específica, se ha considerado lo siguiente:

- En el caso de disponer de un número de registros > 10 por período estacional, se procede a calcular el percentil 66%, lo que equivale según la metodología a información de nivel 1.
- Cuando se dispone de un número de registros entre 5 y 10 por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, lo que equivale a información de nivel 2 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre paréntesis. (ejemplo OD = (10,5))
- Si sólo se dispone de un número menor que 5 registros por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, que equivale a información de nivel 3 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre dos paréntesis. (ejemplo OD = ((10,5)))

Las Minas

38.

En el caso de la cuenca del río Las Minas la información que compone la BDI es la siguiente:

- Información DGA: nivel 1, 2 y 3 para los períodos estacionales de invierno, verano, primavera y otoño.
- Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE: Nivel 4
- Información estimada por el consultor: Nivel 5
- Otras fuentes de información
 - Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, GSI Ingenieros Consultores Ltda.(Sep.99-Sep.2000)

Para la cuenca del río Las Minas, 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 periodo 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 Las Minas, 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 Las Minas. Información DGA

ESTACIÓN DE MONITOREO	Conductividad Eléctrica (µS/cm)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	(286,3)	0	((261,0))	0	(198,0)	0	(286,9)	0
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((289,3))	0			((265,5))	0	(328,8)	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	((12,6))	0			((11,2))	0	(10,8)	0
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((12,7))	0			((8,2))	0	(7,9)	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	pH							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	(7,3)	0	((7,2))	0	(7,8)	0	(7,6)	0
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((7,3))	0			((7,5))	0	(7,5)	0

ESTACIÓN DE MONITOREO	Manganeso (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	((0,26))	4			((0,25))	4	(0,22)	4
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((0,27))	4			((0,27))	4	(0,37)	4

ESTACIÓN DE MONITOREO	Aluminio (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	((0,67))	2			((2,10))	3	(0,58)	2
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((2,30))	3			((0,50))	2	((0,95))	2

ESTACIÓN DE MONITOREO	Hierro (mg/l)							
	INVIERNO		OTOÑO		PRIMAVERA		VERANO	
	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE	VALOR	CLASE
RIO LAS MINAS EN BOCATOMA ESMAG (SENDOS)	(1,99)	2	((1,33))	2	((0,87))	1	(1,09)	2
RIO LAS MINAS EN DESEMBOCADURA	((2,48))	2			((0,94))	1	((0,98))	1

Del estudio “Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la Región de Magallanes y Antártica Chilena”, GSI Ingenieros Consultores Ltda.(Sep.99 a Sep.2000), se tiene la siguiente información:

Tabla 4.7: Calidad de Agua en la Cuenca del Río Las Minas Información GSI 1999-2000

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((<2))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((8))	2
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((<2))	0
Río Las Minas en Puente Chiloé	((95))	4
Río Las Minas en Puente Quillota	((41))	4
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((25))	4
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((66))	4

Tabla 4.7 (Continuación) : Calidad de Agua en la Cuenca del Río Las Minas. Información GSI 1999-2000

Punto de Muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((12.7))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((13.1))	0
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((7.2))	2
Río Las Minas en Puente Chiloé	((7.2))	2
Río Las Minas en Puente Quillota	((12.5))	0
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((6.1))	2
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((11.0))	0

Punto de Muestreo	Ph	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((8.0))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((7.6))	0
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((7.2))	0
Río Las Minas en Puente Chiloé	((7.2))	0
Río Las Minas en Puente Quillota	((7.6))	0
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((7.1))	0
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((7.9))	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Tot (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((9))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((78))	3
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((103))	4
Río Las Minas en Puente Chiloé	((367))	4
Río Las Minas en Puente Quillota	((341))	4
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((29))	1
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((102))	4

Punto de Muestreo	Aceites y Grasas (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((<5))	<1
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((5.5))	3
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((<5))	<1
Río Las Minas en Puente Chiloé	((20))	4
Río Las Minas en Puente Quillota	((<5))	<1
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((<5))	<1
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((20))	4

Tabla 4.7 (Continuación): Calidad de Agua en la Cuenca del Río Las Minas. Información GSI 1999-2000

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((<2))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((7550))	4
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((<2))	0
Río Las Minas en Puente Chiloé	((4.6E5))	4
Río Las Minas en Puente Quillota	((2E5))	4
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((2.2E5))	4
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((8.5E5))	4

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Las Minas antes desc. Filtros ESMAG	((5))	0
Río Las Minas en Av. Pdte. Eduardo Frei M.	((7550))	3
Río Las Minas 200 m antes Puente Zenteno	((<2))	0
Río Las Minas en Puente Chiloé	((9.2E6))	4
Río Las Minas en Puente Quillota	((2.8E5))	4
Río Las Minas 150 m antes Desembocadura	((1.6E6))	4
Río Las Minas 30 m norte Desembocadura	((4.6E7))	4

Durante el mes de octubre del presente año (primavera 2003), con el fin de completar la información existente de la cuenca y corroborar la asignación de clase propuesta, se llevó a cabo el Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE (información nivel 4) informado en el capítulo 4.2.3. A continuación se presenta el resultado de los análisis para la cuenca del río Las Minas.

**Tabla 4.8: Calidad de Agua Cuenca del Río Las Minas
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	20	3
Río Las Minas en Desembocadura	16	3

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	80	2
Río Las Minas en Desembocadura	180	3

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	173	0
Río Las Minas en Desembocadura	195	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	19	0
Río Las Minas en Desembocadura	188	4

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<0.05	0
Río Las Minas en Desembocadura	<0.05	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<50	<3
Río Las Minas en Desembocadura	<50	<3

Punto de Muestreo	Fluoruro (µg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<0.1	0
Río Las Minas en Desembocadura	<0.1	0

**Tabla 4.8 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Las Minas
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<0.05	0
Río Las Minas en Desembocadura	<0.05	0

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<0.5	
Río Las Minas en Desembocadura	<0.5	

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	250	4
Río Las Minas en Desembocadura	1750	4

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<1.8	0
Río Las Minas en Desembocadura	920	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Frente Bocatoma ESMAG (2)	<1.8	0
Río Las Minas en Desembocadura	920	1

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 4.9 explica los factores incidentes en la cuenca del río Las Minas.

Tabla 4.9: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Las Minas

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Las Minas en Bocatoma ESMAG 12586-LM-10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas. Escorrentía de arcillas con alto contenido de alúmino-silicatos	Contaminación difusa de depósitos de estériles	Fe, color aparente, DBO ₅ , Al, Mn, Sn	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas sedimentarias y mixtas del período Terciario correspondiente a brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados • Hidrología: Río de régimen pluvio-nival • Hidrogeología: No existen acuíferos de importancia, los que escurren de poniente a oriente por un basamento de muy baja permeabilidad de rocas sedimentarias y mixtas. • Clima: De región Fría húmeda oceánica (Est. Pta. Arenas: Temperaturas -9,3° a 15,3°C, precipitación media anual de 416 mm y evaporación de 660 mm/año). • Geomorfología: Valle tipo V con pequeñas planicies fluviales de depósito de material coluvial • Cubierta vegetal: Bosque Magallánico y turberas. • Conservación de recursos naturales: Reserva Nacional Magallanes • Minería: Lavaderos artesanales de oro. Existencia de minas abandonadas en la parte alta de la cuenca. • Vertederos: Depósitos clandestinos de escombros y basura domiciliaria clandestinos.

Tabla 4.9 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Las Minas

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Las Minas en Desembocadura 12586-LM-20	Intercambio napa río en la parte baja	Contaminación difusa por aguas servidas Descarga de RILES Contaminación difusas por vertederos clandestinos	FE, Al, color aparente, SST, Sn Posiblemente DBO ₅ , CF, CT	<ul style="list-style-type: none"> • Centros Poblados: Punta Arenas (sin planta de tratamiento) • Industrias: Pecuarias y de alimentos • Vertederos: Vertederos de residuos y desechos de construcción en la parte alta de la ciudad de Punta Arenas • Cauce canalizado y revestido con hormigón

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

Para el análisis del cauce principal, río Las Minas, se cuenta con dos estaciones de monitoreo en éste río, siendo estas las siguientes:

- Río las Minas en bocatoma ESMAG
- Río Las Minas en Desembocadura

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 los cuatro períodos estacionales. Dichos parámetros son los siguientes: hierro, manganeso y aluminio. Debido al reducido número de registros con que se cuenta por período estacional, en esta cuenca se grafican valores medios de cada uno de los parámetros antes mencionados.

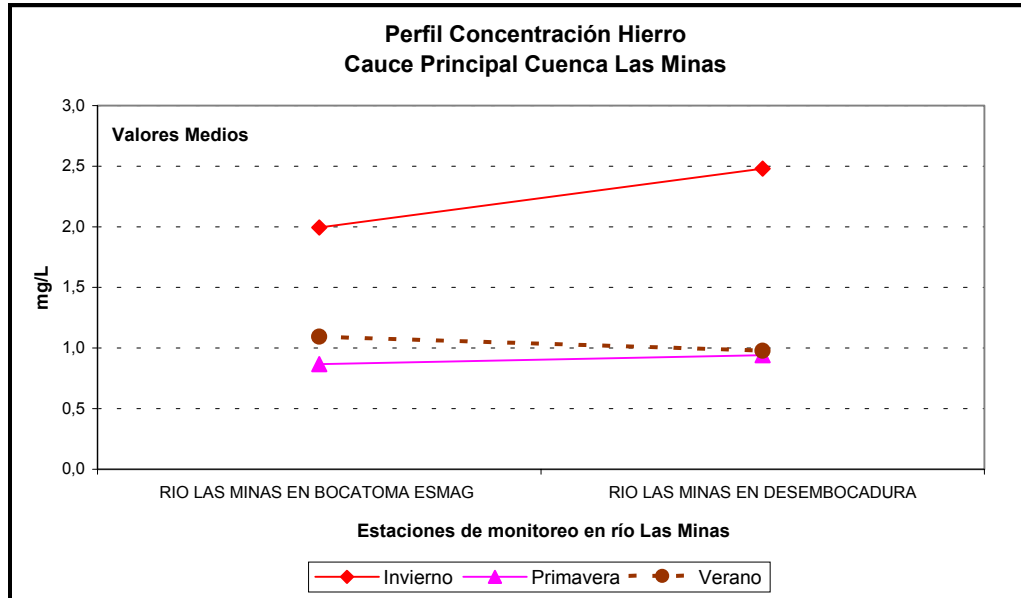


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Las Minas

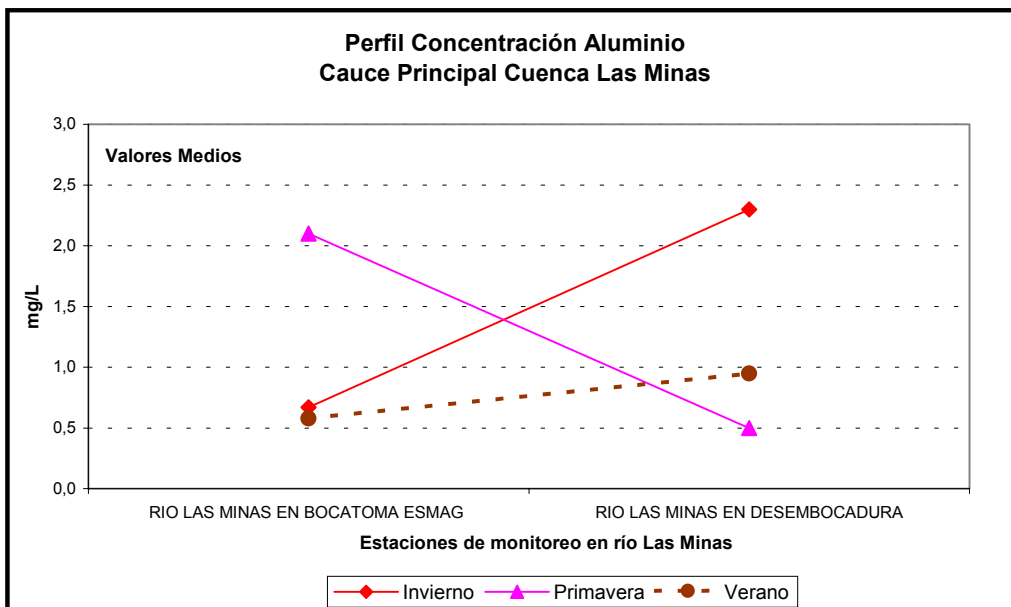
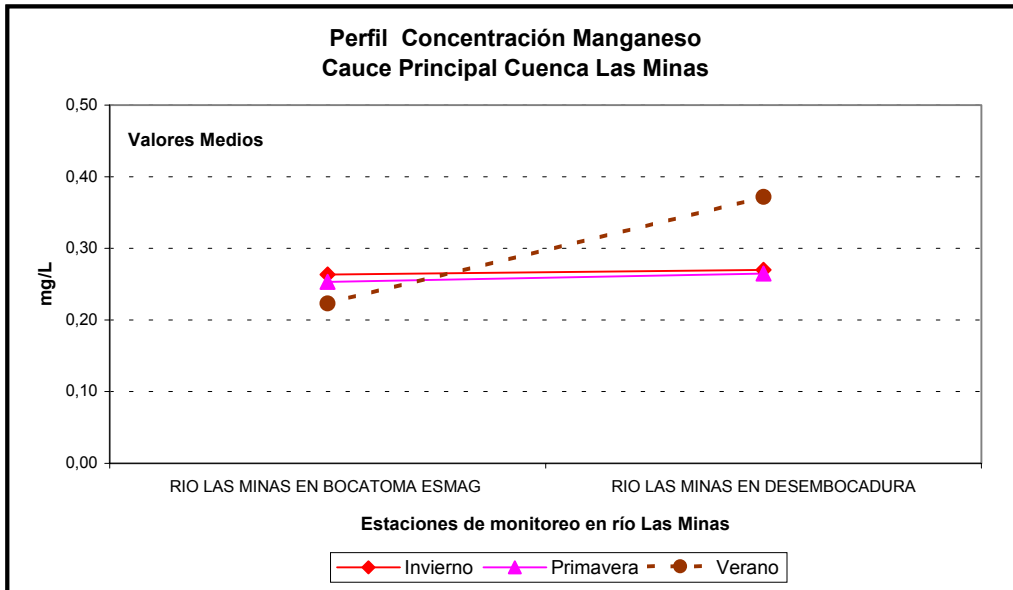


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en el Río Las Minas

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

- Fe: Los perfiles longitudinales permiten observar que los valores más desfavorables desde el punto de vista de la calidad de agua, envolvente superior, se presenta en el período de invierno con valores crecientes en aproximadamente en 0.5 mg/l desde la bocatoma de ESMAG a la Desembocadura. La envolvente inferior se observa en primavera con un comportamiento similar a la envolvente superior con un aumento aproximado de 0.25 mg/l a lo largo del río.
- Mn: Los perfiles longitudinales del manganeso permiten indicar que los valores más desfavorables desde el punto de vista de la calidad de agua, envolvente superior, se presenta en los períodos de verano y primavera con valores crecientes en aproximadamente en 0.1 mg/l desde la parte alta a la desembocadura del río. La envolvente inferior se observa en los periodos de primavera-invierno con un aumento muy pequeño de la concentración a lo largo del río.
- Al: Los perfiles longitudinales del manganeso permiten indicar que los valores más desfavorables desde el punto de vista de la calidad de agua, envolvente superior, se presenta en los periodos de invierno y primavera con valores de concentración muy similares entre la parte alta y la desembocadura del río. La envolvente inferior se observa en los periodos de verano-primavera con un comportamiento inverso a la envolvente superior, es decir tiende a disminuir desde la parte alta a la desembocadura, lo más probable por efecto del régimen nivo-pluvial acentuado en invierno. Sin embargo en los períodos de invierno y verano el comportamiento es creciente desde la parte alta a la desembocadura.

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 Las Minas presentada por grupos de parámetros y por parámetro según el *Instructivo*. Este análisis esta basado en la información presentada en el punto 4.2.4.

Tabla 5.1: Análisis de los Parámetros de Calidad Actual

CUENCA RÍO LAS MINAS
Parámetros físico- Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica , DBO₅, Color, OD, pH, RAS, SDT, SST.
<p><u>CE</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.</p> <p>■</p> <p><u>DBO₅</u>: El muestreo puntual en primavera permite observar valores en clase 3 en las estaciones del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en desembocadura.</p> <p><u>Color Aparente</u>: El muestreo puntual en primavera permite observar valores en clase 2 en la estación del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en clase 3 en desembocadura.</p> <p><u>OD</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.</p> <p><u>pH</u>: Todos los valores están asignados a la clase 0.</p> <p>■</p> <p><u>RAS</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p> <p><u>SD</u>: El muestreo puntual en primavera permite observar valores en clase 0 en las estaciones del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en desembocadura.</p> <p><u>SST</u>: El muestreo puntual en primavera permite observar valores en clase 0 en la estación del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en clase 4 en desembocadura.</p> <p>■</p>
Inorgánicos (IN) : NH₄⁺, CN⁻, Cl⁻, F⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, S²⁻
<p><u>NH₄⁺, F⁻, NO₂⁻</u> : El muestreo puntual en primavera permite observar valores en clase 0 en las estaciones del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en desembocadura.</p> <p>■</p> <p><u>Cl⁻, SO₄²⁻</u> : Siempre en clase 0.</p> <p><u>CN⁻, S²⁻</u> : Sin información.</p>
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tetracloroetano, tolueno
<p><u>Aceites y Grasas</u>: La información entregada por GSI permite observar valores en clase 4 en el río Las Minas en puente Chiloé y cerca de la desembocadura.</p> <p>No se dispone de información para el resto de los parámetros orgánicos.</p>
Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demeton, DDT, diclofop-metil, dieldrin, dimetoato, heptaclor, lindano, paration, pentaclorofenol, simazina, trifluralina.
<p>No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.</p>

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

CUENCA RÍO LAS MINAS
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn
<p><u>B, Cu, Cr total, Mo</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><u>Fe</u>: Se observan valores en clase 2 en ambas estaciones del río Las Minas con variación estacional. En primavera e invierno no hay variación a lo largo del río.</p> <p><u>Mn</u>: Todos los valores del río Las Minas se observan en clase 4 sin variación estacional.</p> <p><u>Ni, Se, Zn</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0.</p>
Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb
<p><u>Al</u>: Se observan valores en clase 3 en ambas estaciones del río Las Minas con variación estacional. En verano, en clase 2, no hay variación a lo largo del río.</p> <p><u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.</p> <p><u>Hg, Cd y Pb</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.</p> <p><u>Sn</u>: El muestreo puntual en primavera 2003 permite observar valores en clase 4 en las estaciones del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en desembocadura.</p>
Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT
<p><u>CF</u>: El muestreo puntual en primavera 2003 permite observar valores en clase 0 en la estación del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en clase 1 en desembocadura.</p> <p><u>CT</u>: El muestreo puntual en primavera 2003 permite observar valores en clase 0 en la estación del río Las Minas frente a bocatoma ESMAG y en clase 1 en desembocadura.</p>

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

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

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

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

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

- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 1, se utiliza el valor correspondiente al percentil 66% para el período estacional más desfavorable.
- Para aquellos parámetros que poseen información de nivel 2 ó 3, se utiliza el valor promedio para el período estacional más desfavorable
- Respecto a aquellos parámetros que fueron incluidos en el programa de muestreo de CADE-IDEPE y que no cuentan con información de nivel superior (niveles 1 a 3), se utilizan los datos puntuales obtenidos (información nivel 4). Para la cuenca del río Las Minas, estos parámetros son: DBO₅, color aparente, SD, SST, NH₄⁺, CN⁻, F⁻, S²⁻, NO₂⁻, Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se disponer de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Las Minas

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 Las Minas en bocatoma ESMAG (SENDOS)	12586LM10	CE, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , DBO ₅ , SST, CF, CT, OD		Fe, color, aceites y grasas	Al	Mn, Sn,	B, Cu, Cr _{tot} , Mo, Cd, Hg, Pb, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: color, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn. Información GSI nivel 3, DBO ₅ , OD, SST, Aceites y grasas, CF, CT
Río Las Minas en Desembocadura	12586LM20	CE, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , Ni, Se, Zn, As, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻		Fe, OD	Al, color	Mn, SST, Sn, DBO ₅ , aceites y grasas, CF, CT	B, Cu, Cr _{tot} , Mo, Cd, Hg, Pb	Otros parámetros seleccionados	Información DGA nivel 3. Información nivel 4, muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003: color, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn. Información GSI (150 m antes desembocadura) nivel 3, DBO ₅ , OD, SST, Aceites y grasas, CF, CT

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Las Minas: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, Aceites y Grasas, Hierro, Manganeso, Aluminio, Coliformes Totales, Color aparente, Sólidos Disueltos, Estaño

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 Las Minas, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.6.

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

Estación	Segmento	Fe mg/L	Color (Pt-Co)	Al mg/L	Mn mg/L	SST mg/L	Sn µg/L	DBO ₅ (mg/L)	CF (NMP/100 ml)	CT (NMP/100 ml)
Bocatoma ESMAG	12586 LM 10	(1,99)	80*	((2,10))	((0,26))	Clase 0*	250	Clase 0**	Clase 0**	Clase 0**
Desembocadura	12586 LM 20	((2,48))	180*	((2,30))	(0,37)	188*	1.750	((25))	((2,2 ES))**	((1,6 EG))**

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

(*) Muestreo puntual CADE-IDEPE –Octubre 2003, información nivel 4.

(**) Información GSI

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

- El aluminio, hierro, manganeso y estaño están presentes en toda la cuenca
- El color aparente se encuentra presente en todo el río

5.4.1 Sólidos Suspendidos

Los sólidos suspendidos, procedentes de la campaña de muestreo del presente estudio presentan valores de hasta 188 mg/L (río Las Minas en desembocadura).

El origen de los sólidos suspendidos es mixto con una gran componente antropogénica, lo cual se observa por el gran incremento que experimenta en la desembocadura al estrecho de Magallanes.

Las laderas del cauce, en su parte alta, son inestables lo que puede provocar con lluvias intensas, fuertes deslizamientos de tierra, llegando incluso al taponamiento circunstancial del río.

5.4.2 Color aparente

El color aparente, procedente de la campaña de muestreo del presente estudio presenta valores comprendidos entre los 80 Pt-Co (frente bocatoma ESMAG) a 180 Pt-Co (río Las Minas en desembocadura).

Este parámetro se ha considerado relevante para la calidad natural debido a las características observadas de este río, de ser un río de un tono marrón que se presenta desde su nacimiento en los relieves de la Reserva Nacional Magallanes.

5.4.3 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,87 mg/L (Est DGA río Las Minas en bocatoma ESMAG - primavera) a 2,48 mg/l (Est DGA río Las Minas en desembocadura - invierno).

El hierro presente en la cuenca es de origen mixto. Por una parte se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca y al aproximarse a la ciudad de Punta Arenas se

van adicionados los aportes antropogénicos que se adicionan a medida que desemboca en el mar.

5.4.4 Manganeseo

Los valores de manganeseo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,22 mg/L (Est DGA río Las Minas en bocatoma ESMAG - verano) a 0,37 mg/L (Est DGA río Las Minas en desembocadura - verano).

El manganeseo se encuentra naturalmente en los depósitos sedimentarios y en las aguas subterráneas, las cuales se van adicionando al río a medida que este escurre hacia el mar.

5.4.5 Estaño

Los valores de estaño procedente de la campaña de muestreo del presente estudio presenta valores comprendidos entre los 250 µg/L (frente bocatoma ESMAG) a 1.750 µg/L (río Las Minas en desembocadura).

Este parámetro se ha considerado relevante para la calidad natural debido a las características observadas de este río, a pesar de no ser seleccionado debido a la falta de información.

5.4.6 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,5 mg/L (Est DGA río Las minas en desembocadura- primavera) a 2,48 mg/l (Est DGA río Las Minas en desembocadura - invierno).

El aluminio presente se debe a la escorrentía de compuestos aluminio silicatos presentes en las litología de la cuenca así como en la superficie como arcillas.

5.4.7 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Las Minas se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas, así como con los que posee el Servicio Agrícola y Ganadero, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados la empresa Sanitaria de Magallanes (ESMAG).

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

- Estaño: se encontró una importante concentración de este parámetro presente en los dos puntos muestreados del río, superando la clase 4.
- Color aparente: Se encontró superando la clase 2 desde la bocatoma de ESMAG, aguas arriba de Punta Arenas.

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 Las Minas:

- La calidad del río en general es de buena calidad oscilando desde la clase de excepción a clase 2 para contados parámetros.
- La calidad natural del río Las Minas está fuertemente influenciada por las características geológicas de la cuenca de rocas sedimentarias mixtas que aportan los parámetros metálicos existentes en la cuenca.
- Las características naturales de la reserva Nacional Magallanes (Bosque Magallánico y turberas) en conjunto con las condiciones climáticas le adicionan al río parámetros como el color aparente que le adicionan un tinte marrón al río desde su nacimiento.

- El aluminio presente en grandes cantidades se debe a la presencia natural en los suelos formando arcillas los cuales se adicionan al río debido a las escorrentías.

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 Las Minas 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 de Las Minas

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites de Tramos
Río Las Minas	12586LM10	LM-TR-10	De: Naciente río Las Minas Hasta : Desembocadura
	12586LM20		

En la lámina 1940-MIN-02 se ilustra la ubicación de los segmentos que dan origen a los tramos y en la lámina 1940-MIN-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 Las Minas

Cauce	Tramo	Acuicultura y pesca deportiva	Biodiversidad	Riego	Clase actual más característica	Clase de uso a preservar	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo		Parámetros seleccionados que requieren más estudios
								Clase Excep.	Parámetros que difieren de la clase Objetivo	
Río Las Minas	LM-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Fe, OD	
								3	Color, Al	
								4	SST, Aceites y grasas, Mn, Sn, CF, CT, DBO ₅	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Las Minas: Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos, Coliformes Fecales, Aceites y Grasas, Hierro, Manganeseo, Aluminio, Coliformes Totales, Color aparente, Sólidos Disueltos, Estaño

(*) 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 Las Minas 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 Las Minas, 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: Indice de Calidad de Aguas Superficiales para Calidad Actual

Estación de Muestreo	ICAS
Río Las Minas en bocatoma ESMAG	87
Río Las Minas en desembocadura	85

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Las Minas presenta en 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 Las Minas en bocatoma ESMAG	0
Río Las Minas en desembocadura	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 Las Minas en bocatoma ESMAG	92
Río Las Minas en desembocadura	91

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 Suspendedos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, Aceite y Grasa, Hierro, Manganeso, Aluminio, Estaño, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Boro, Cromo Total, Molibdeno, Cadmio, Mercurio, Plomo
- Parámetros Sin Información: Sólidos Disueltos, Amonio, Cianuro, Fluoruro, Nitrito, Sulfuro
- Parámetros Orgánicos: Grasas y Aceites, Detergentes, Hidrocarburos
- Parámetros Orgánico Plaguicidas: No se incluyen

Las Minas

68.

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 Las Minas frente bocatoma ESMAG (2)	Río Las Minas en Desembocadura
	COD_SEG	12586MI10	12586MI20
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS			
Conductividad Eléctrica	μS/cm	O	O
DBO5	mg/l	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O
pH	unidad	O	O
RAS			
Sól disueltos	mg/l	S/I	S/I
Sól Suspendidos	mg/l	O	O
INORGÁNICOS			
Amonio	mg/l	S/I	S/I
Cianuro	μg/l	S/I	S/I
Cloruro	mg/l		
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I
Nitrito	mg/l	S/I	S/I
Sulfato	mg/l		
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I
ORGÁNICOS			
A y G	mg/l	PPL	PPL
Bifenilos policlorados (PCBs)	μg/l		
Detergentes (SAAM)	mg/l		
I de Fenol	μg/l		
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	μg/l		
Hidrocarburos	mg/l		
Tetracloroetano	mg/l		
Tolueno	mg/l		
METALES ESCENCIALES			
Boro	mg/l	LD	LD
Cobre	μg/l		
Cromo total	μg/l	LD	LD
Hierro	mg/l	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	LD	LD
Níquel	μg/l		
Selenio	μg/l		
Zinc	mg/l		
METALES NO ESCENCIALES			
Aluminio	mg/l	PPL	PPL
Arsénico	mg/l		
Cadmio	μg/l	LD	LD
Estaño	μg/l	PPL	PPL
Mercurio	μg/l	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS			
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL

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

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

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

7.4 Referencias

Referencia	Título del Documento
2.1	http://www.patagonia-chile.cl
2.2	INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mapa Agroclimático de Chile. Ministerio de Agricultura. 1989.
2.3	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.4	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.5	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.6	IGM, Instituto Geográfico Militar. Levantamiento Aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000. Hoja de Punta Arenas, escala 1:250.000. 1986.
2.7	GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA. "Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la XII Región". Informe Gerencial.
2.8	Estado del Medio Ambiente en Chile, Suelos. Disponible en: http://www.capp.uchile.cl/informepais/Suelos.pdf
2.9	DEPARTAMENTO de Edafología y Química Agrícola Universidad de Granada. España. Unidad Docente e Investigadora de la Facultad de Ciencias. http://edafologia.ugr.es/Carro/Tema02/faosolt.htm .
2.10	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.11	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna acuática río Las Minas. Diciembre 2003.
2.12	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. 1995. Ciudades, Pueblos y Aldeas, Censo 1992.
2.13	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. http://www.censo2002.cl
2.14	http://www.profesorenlinea.cl .
2.15	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.16	CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente. http://www.conama.cl
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los recursos Hídricos de Chile. 1996.
3.2	GSI INGENIEROS CONSULTORES LTDA. "Diagnóstico de los Residuos Industriales Líquidos en la XII Región". Informe Gerencial.