

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 SIDE

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	4
2.2.3	Hidrogeología.....	5
2.2.4	Geomorfología.....	5
2.2.5	Suelos	6
2.3	Flora y Fauna de la Cuenca del Río Side	7
2.3.1	Flora terrestre y acuática	7
2.3.2	Fauna acuática	8
2.4	Sistemas Humanos.....	8
2.4.1	Asentamientos humanos	8
2.4.2	Actividades económicas	9
2.5	Usos del Suelo	9
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.....	11
3.1	Información Fluviométrica.....	11
3.2	Usos del Agua.....	12
3.2.1	Usos in – situ	12
3.2.2	Usos extractivos.....	13
3.2.3	Biodiversidad.....	14
3.2.4	Usos ancestrales.....	14
3.2.5	Conclusiones.....	14
3.3	Descargas a Cursos de Agua	16
3.3.1	Descargas de tipo domiciliario	16
3.3.2	Residuos Industriales Líquidos.....	16

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
3.4	Datos de Calidad de Aguas	16
3.4.1	Fuentes de Información	16
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	17
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	19
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	19
4.1.1	Análisis por estación	19
4.1.2	Conclusiones	21
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	21
4.2.1	Selección de parámetros	21
4.2.2	Análisis de tendencia central	25
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	26
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	27
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	28
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	32
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	34
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	34
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	34
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	36
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	39
5.4.1	Cobre	39
5.4.2	Cromo	40
5.4.3	Hierro	40
5.4.4	Manganeso	40
5.4.5	Aluminio	41
5.4.6	Color aparente	41
5.4.7	Falencias de información	41
5.4.8	Conclusiones	41

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	43
6.1	Establecimiento de Tramos	43
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	43
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	47
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	48
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial	48
7.1.1	Antecedentes.....	48
7.1.2	Estimación del ICAS	48
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	49
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	49
7.3	Sistema de Información Geográfico.....	52
7.4	Referencias	52

ANEXOS

- Anexo 3.1 : Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Side
- 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 Side
- Anexo 7.1: Índice de Calidad Actual Cuenca del Río Side

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

Las hoyas más orientales de la costa norte o del estrecho de Magallanes se vacían en la bahía Lomas. De entre ellas, la hoya del río Side que forma parte de la XII Región de Magallanes, con una extensión de 1.243 km², es la más importante de las que se vacían en la costa norte de la isla Grande. Tiene una forma elongada con una orientación al norte. El río Side nace de una laguna y en sus primeros 20 km toma dirección al ENE, doblando en seguida lentamente hasta tomar un rumbo norte. Se vacía en el mar dividido en un delta de tres brazos que desaguan en un área anegadiza, tras recorrer 48 km. Tiene a lo menos dos tributarios de magnitud y ambos, por su ribera derecha, nacen muy al sur, en la vertiente norte del cordón Altos del Boquerón y corren paralelos hacia el norte. El tributario occidental es el río O'Higgins, que se forma de la confluencia de los esteros Bueras y Carreras, este último de 10 km. Nace del lago Donoso. El otro afluente del Side es el estero Bellavista o Campanario de 30 km. de longitud, siendo su principal afluente el chorrillo Miraflores que se le junta por la derecha.

El único cauce considerado en el estudio es el río Side.

Side

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 Side 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.
- Sistema de información integrado de riego (SIIR), de la Comisión Nacional de Riego (CNR.)

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

b) Segmentación preliminar

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

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

CUENCA RIO SIDE					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
12802	Río SIDE	SI	1	12802 - SI - 10	NACIENTE RIO SIDE	EST. CALIDAD RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO
12802	Río SIDE	SI	2	12802 - SI - 20	EST. CALIDAD RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	DESEMBOCADURA EN ESTRECHO DE MAGALLANES

Side

4.

2.2 Sistema Físico - Natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Side, presenta un clima Semiárido Frío con Lluvias invernales. Las características climáticas más relevantes y registradas en la localidad de Cerro Sombrero son [Ref 2.1]:

- Temperatura media anual de 4°C en Cerro Sombrero,
- Precipitación Media anual de 237 mm al año,
- Evapotranspiración real anual de 250 mm al año,
- Escorrentía media anual de 84 mm al año.

2.2.2 Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del río Side posee diversas formaciones rocosas, entre ellas destacan [Ref. 2.2]:

- En la desembocadura. 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.
- En la zona poniente. Rocas Q1g1 del tipo sedimentaria del Pleistoceno-Holoceno. Depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustre, diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. Lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales abanicos fluvio-glaciales frontales ovares en las riberas de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones Llanquihue.
- Área restante de la cuenca. Rocas M1m, del tipo sedimentaria del Mioceno. Secuencias sedimentarias marinas, transgresivas, plataformales, areniscas finas, arcillolitas y limolitas.

No existe influencia volcánica en esta cuenca.

2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Side se extiende desde la latitud 52°40' Sur hasta la latitud 53°20' Sur.

El acuífero escurre en dirección sur a norte a través de un lecho de depósitos no consolidados o de relleno de aproximadamente 90 metros de espesor, cuya formación se remonta al período cuaternario. El acuífero continúa con un basamento conformado por rocas sedimentarias volcánicas del período terciario de aproximadamente 130m de espesor.

Destaca un muy bajo nivel freático, alcanzando surgencias de agua subterránea en varios lugares en las cercanías de la localidad de Cerro Sombrero [Ref. 2.3].

2.2.4 Geomorfología

La cuenca del río Side se caracteriza por la presencia de un rasgo geomorfológico bien definido que corresponde a la Pampa Magallánica.

La Pampa Magallánica ocupa gran parte del territorio situado a ambos lados del Estrecho de Magallanes. Se desarrolla a partir de la Sierra Dorotea al sur e identifican un territorio por debajo de las cotas de 500 m s.n.m. Algunas modestas penetraciones de cordones, desprendidos de las cordilleras patagónicas de ríos y fiordos de control tectónico, crean formas vigorosas en la llamada Cordillera Chilena al SEE de Puerto Natales.

Esta zona Magallánica ha estado durante el cuaternario bajo condiciones de englaciamiento que han establecido el dominio de abundantes formaciones morrénicas. Las glaciaciones han avanzado desde la entrada oriental del estrecho de Magallanes hacia el oeste, de tal modo que las más recientes acumulaciones morrénicas se establecen en la Segunda Angostura del estrecho, pero también hay avances significativos desde el oeste, como lo comprueba la forma convexa de bahía Inútil, seno Otway y seno Skyring.

Por las características ya expuestas, la topografía magallánica presenta valores modestos en alturas relativas, del tal modo que el paisaje se encuentra bajo el dominio de formas planas y onduladas, típicas del modelado fluvio – glacial. Los fragmentos más

Side

6.

meridionales de la etapa fría se presentan en los bordes sur y norte de la Isla Navarino [Ref. 2.4].

2.2.5 Suelos

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

Los suelos de Magallanes se separan en dos grandes sectores: los suelos de Estepa y los de las Áreas de Bosque. Los materiales sobre los que se han formado estos suelos son casi totalmente glaciales y la acción de los distintos períodos de glaciación ha quedado muy bien relacionada con los distintos grupos de suelos, sólo modificado por los demás factores de formación, principalmente el clima. Ha habido incluso en algunos sectores influencia de cenizas volcánicas.

- Los suelos de las estepas: este sector incluye los suelos señalados como Castaños, de Pradera y de Tránsito Pradera Planosol y los suelos de las Zonas de Matorral y de Estepa. Por derivar de materiales morrénicos y fluvio glaciales, lo que implica gran desorden en su depositación, los substratum son variables, al parecer predominando los con texturas densas que le imparten características de mal drenaje, sobre todo en las posiciones planas. La topografía es plana y de lomajes suaves, no escaseando áreas en donde las pendientes llegan a 8 – 15%. Son medianos a delgados en profundidad, presentado localmente depositaciones de material.
- Suelos de las Tierras de Bosque: están incluidos en este sector los suelos de Podzol, de Podzol de Aguas Subterráneas, Pardo Podzólicos, Grises de Bosque y Praderas Alpinas y los Suelos de la Zona Boscosa. Generalmente en este sector predominan los fenómenos de podzolización, principalmente si los observamos en una secuencia Norte – Sur, con horizontes segregados que cementan los horizontes inferiores. Los suelos son altamente variables ya que el área que se está señalando abarca una gran extensión y son visibles los cambios climáticos, no sólo en el sentido latitudinal, sino también altitudinal. De todos modos son suelos de profundidad media a delgados, descansando en un material glacial de color gris oliva. Las texturas son también variables pero al parecer predominan las texturas medias [Ref. 2.5].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Side

2.3.1 Flora terrestre y acuática

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia exclusiva de la comunidad vegetal Estepa Patagónica de Magallanes:

- Estepa Patagónica de Magallanes: Extensa formación vegetal que se encuentra tanto al norte como al sur del estrecho de Magallanes. Corresponde a condiciones de precipitaciones ambientales con precipitaciones inferiores a los 500 m, típicas del sector oriental de las cordilleras patagónicas. Su fisionomía es homogénea, predominando en extensas superficies un paisaje vegetal de arbustos, hierbas cespitosas y gramíneas en mechón. Ha sido fuertemente alterada por el pastoreo, que provoca la regresión de las gramíneas a favor de los arbustos. . Las comunidades vegetales que se han identificado en esta formación son las siguientes:Coirón dulce (festuca gracillima), Coiron dulce – coironcillo (deschampsia antarctica), ratonera (hordeum comosum) – coironcillo, mata verde (chilotrichum diffusum), Mata negra (lepidophyllum cupressiforme) – coirón dulce [Ref. 2.6].

Con respecto a la flora acuática del río Side, no hay referencias de especies de plantas propiamente acuáticas del este curso fluvial o sus tributarios. Se incluyen en el listado las especies de ribera descritas para el área, Pisano (1977) con modificaciones de Gajardo (1995). Estas especies de flora no tienen problemas de conservación.

Tabla 2.2: Vegetación acuática río Side

Nombre Científico	Nombre común
<i>Carex acaulis</i>	Junquillo
<i>Carex subantarctica</i>	
<i>Trisetum spicatum</i>	
<i>Juncus scheuchzerioides</i>	Junquillo
<i>Pusinellia magellanica</i>	
<i>Ranunculus chilensis</i>	Cáustico de vega
<i>Ranunculus peduncularis</i>	Ranunculo
<i>Acaena trifurcata</i>	

[Ref. 2.7]

2.3.2 Fauna acuática

En la siguiente tabla se listan las especies de peces que según su distribución, Vila y otros (1999), están potencialmente presentes en el río Side. No hay referencias de estudios específicos de fauna íctica o anfibia para esta cuenca.

Tabla 2.3: Fauna íctica río Side y estado de conservación

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación
Aplochitonidae	<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Peligro de extinción
Aplochitonidae	<i>Aplochiton zebra</i>	Farionela listada	Vulnerable
Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Vulnerable
Galaxiidae	<i>Galaxias platei</i>	Tollo	Vulnerable
Geotridae	<i>Caragola lapicida</i>	Lamprea	Inadecuadamente conocida
Geotridae	<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila	Vulnerable
Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	Vulnerable
Salmonidae	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	No listada
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	No listada

[Ref. 2.7]

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Side forma parte de la XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena, abarcando la provincia de Tierra

del Fuego y las comunas de Primavera y Porvenir. La cuenca posee una superficie de 124.300 Ha equivalentes al 0,1% de la Región [Ref. 2.8].

La cuenca posee cuatro asentamientos humanos todos clasificados como *Aldeas* o *Caseríos*, estos son: Bellavista, Primavera, Estancia Los Olivos y Cerro Sombrero. Sin embargo, esta última localidad podría clasificarse dentro de la categoría de *Pueblo*, debido a la infraestructura que posee y los servicios básicos que otorga a la población. De acuerdo a las características anteriores, Cerro Sombrero posee características de centro urbano.

2.4.2 Actividades económicas

Las principales actividades económicas de la cuenca corresponden a las actividades relacionadas con la ganadería ovina y a extracción de petróleo (pozo ENAP Magallanes) situado en la localidad de Cerro Sombrero.

2.5 Usos del Suelo

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

Tabla 2.4: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Side

Cuenca del río Side (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
124.300	Praderas	7.988	6
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	0	0
	Plantaciones forestales	0	0
	Áreas urbanas e industriales	0	0
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	0	0
	Otros Usos*	116.312	94

* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral – pradera, rotación cultivo – pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves – glaciares y humedales [Ref. 2.9].

Los tipos de uso de suelo agrícola, forestal y urbano, no se presentan en la cuenca [Ref. 2.9].

Side

10.

La cuenca además, no posee sitios declarados como Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, ni sitios declarados de Conservación de la Biodiversidad (SNASPE).

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 Side es el siguiente:

Tabla 3.1: Estación Fluviométrica de la Cuenca del río Side

Nombre	Período de Registro
RÍO SIDE EN CERRO SOMBRERO	1981 - 2002

El río Side nace de una laguna en el cordón Baquedano, y luego de tomar un curso hacia el noreste, desemboca en el Estrecho de Magallanes, en la parte norte de la isla Grande de Tierra del Fuego.

Como esta cuenca sólo cuenta con una estación fluviométrica, Side en Cerro Sombrero, no tiene sentido realizar el análisis hidrológico sobre grupos de estaciones. La estadística de esta estación fluviométrica ha sido completada mediante correlaciones lineales con registros de las estaciones cercanas río Oscar en bahía San Felipe y río Oro en bahía San Felipe, ya que ambas muestran un carácter similar y se encuentran relativamente cerca.

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

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

b) Pesca deportiva y recreativa

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

En esta cuenca 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.

No hay antecedentes de demanda actual o futura de agua para la agricultura de esta cuenca [Ref. 3.1].

b) Captación para agua potable

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

En Cerro Sombrero, principal localidad de la cuenca, la demanda bruta de agua potable en 1992 era de 3.73 (l/s), mientras que la demanda neta era de 2.24 (l/s).

c) Generación de energía eléctrica, actividades industrial y minera

Con los antecedentes recopilados hasta 1996 no se han detectado bocatomas para estos usos en la cuenca del río Side.

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 Side no existen sitios contemplados en el SNASPE.

En cuanto a la “Diagnóstico y Propuesta para la Conservación de la Biodiversidad en la XII Región” se debe revisar la información entregada en el capítulo 2.5.4 “Áreas de Conservación de la Biodiversidad” en la tabla “Áreas de Conservación de la Biodiversidad”, donde ya se han mencionado dichas zonas.

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-SID-02: “Estaciones de Medición y Usos del Agua” se muestran los cauces seleccionados para el presente estudio, con su respectiva segmentación y los distintos usos asociados a cada cauce. Esta misma información se presenta en la tabla 3.2, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

La tabla 3.2 ha sido concebida como una matriz, ubicando los segmentos en las filas y los usos de agua en las columnas. Para definir las columnas se han considerado los usos prioritarios establecidos en el Instructivo, complementándolos con otros usos (hidroelectricidad, actividad industrial, etc.) que si bien no aparecen en el Instructivo, permiten tener una visión más global de la cuenca.

Tabla 3.2: Usos de agua por segmento en la cuenca del Side

Cauce	Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Side	12802SI10									
	12802SI20									

[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 Side, posee un total de 4 asentamientos humanos, tres de ellos clasificados como *Aldeas o Caseríos* (Bellavista, Primavera y Estancia Los Olivos) y uno clasificado como *Pueblo* (Cerro Sombrero). Las tres primeras localidades no poseen sistema de alcantarillado, el pueblo de Cerro Sombrero de acuerdo a las características de centro urbano, posee servicios de alcantarillado y agua potable.

3.3.2 Residuos Industriales Líquidos

En esta cuenca no se han identificado establecimientos industriales que hagan uso de las aguas del cauce principal ni sus afluentes.

3.4 Datos de Calidad de Aguas

3.4.1 Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas en este estudio para el análisis de la cuenca del río Side 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	Side				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Side					
En cerro Sombrero	SI	31	20	1990-2002	25
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) Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

El detalle se presenta en el acápite 4.2.3.

3.4.2 Aceptabilidad de los programas de monitoreo

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

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

- Análisis de outliers

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

- Análisis de límites físicos

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

- Análisis de límites de detección (LD)

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

En la cuenca del río Side se encontró que la información de los siguientes parámetros es equivalente al límite de detección por repetirse constantemente en los registros existentes: boro ($< 1 \text{ mg/l}$), molibdeno ($<0.01 \text{ mg/l}$), níquel ($<10 \text{ } \mu\text{g/l}$), selenio ($<1 \text{ } \mu\text{g/l}$), cadmio ($<10 \text{ } \mu\text{g/l}$), mercurio ($<1 \text{ } \mu\text{g/l}$) y plomo ($<0.01 \text{ mg/l}$). Por lo tanto, estos parámetros no son posibles de considerar en posteriores análisis de la calidad del agua de la cuenca.

La Base de Datos Depurada que contiene la información disponible para análisis de la cuenca del río Side, se incluye en el anexo 3.2 de tipo digital.

4. ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

4.1 Análisis de Información Fluviométrica

4.1.1 Análisis por estación

- Side en Cerro Sombrero

Esta estación se ubica en el río Side, cerca del poblado de Cerro Sombrero, tal como lo indica su nombre, a 10 m s.n.m.

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

En años secos los caudales se mantienen bastante bajos a lo largo de todo el año, salvo leves aumentos entre junio y agosto.

Tabla 4.1: Río Side en Cerro Sombrero (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	1.378	2.068	2.695	7.238	8.045	3.517	2.465	1.273	1.201	1.000	1.196	1.289
10	1.226	1.793	2.371	5.273	5.775	3.007	2.087	1.149	1.039	0.937	1.078	1.154
20	1.069	1.509	2.030	3.688	3.954	2.474	1.707	1.008	0.872	0.860	0.955	1.013
50	0.830	1.085	1.509	2.077	2.118	1.670	1.162	0.765	0.624	0.714	0.769	0.799
85	0.619	0.722	1.048	1.304	1.247	0.955	0.723	0.507	0.413	0.533	0.604	0.610
95	0.523	0.569	0.845	1.113	1.034	0.631	0.548	0.374	0.325	0.427	0.529	0.524
Dist	G	L2	L2	L3	L3	G	L2	L3	L2	N	G	G

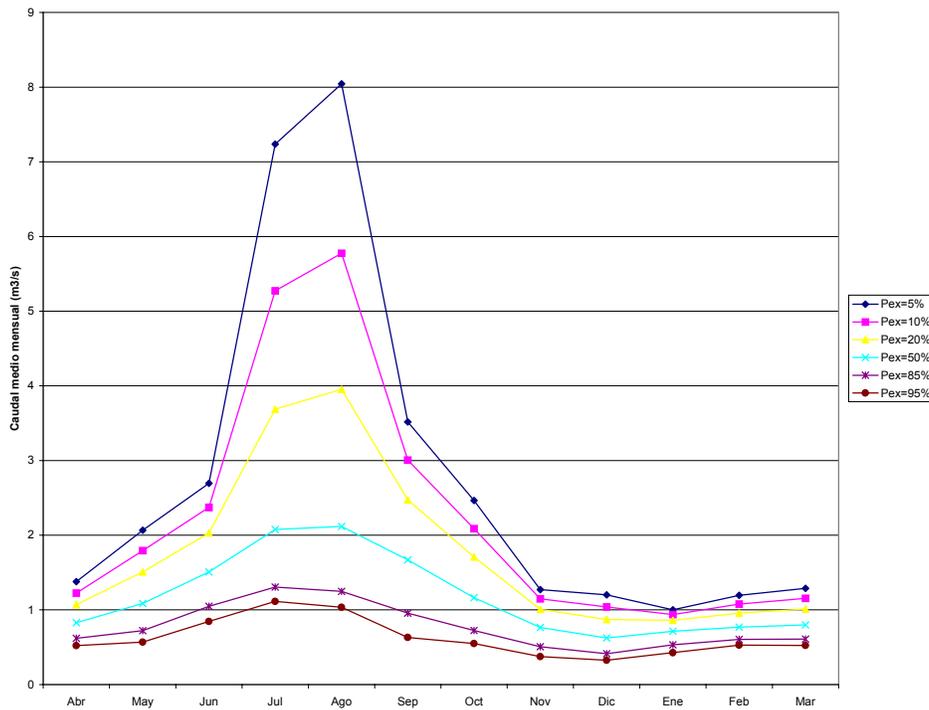


Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río Side en Cerro Sombrero

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 marcado régimen pluvial, con sus mayores caudales entre julio y agosto, producto de los aportes pluviales. El resto del año presenta caudales bastante bajos, con vales cercanos a $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

El período de menores caudales se prolonga entre noviembre y abril.

A continuación se muestra una tabla resumen con el período de estiaje de la cuenca del río Side.

Tabla 4.2: Período de Estiaje de la Cuenca del río Side

Nº	Cuenca	Período Estiaje
1	Side	Noviembre a Abril

4.2 Análisis de la Calidad del Agua

De acuerdo a la metodología corresponde realizar los siguientes análisis:

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

4.2.1 Selección de parámetros

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

a) Parámetros obligatorios

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

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

b) Parámetros principales

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

En la tabla 4.3 se indica el rango máximo y mínimo de todos los parámetros del *Instructivo* que poseen datos registrados en la BDD. Aquellos sin datos se señalan como “s/i”. Todos los parámetros que tienen valores sobre el límite de la clase 0, señalados con “Si”, son seleccionados como parámetros principales para el análisis de la calidad de agua en esta cuenca.

**Tabla 4.3: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la
Cuenca del Río Side**

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	170.0	360.0	<600	Obligatorio
DBO ₅	mg/L	s/i	s/i	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	s/i	s/i	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	11.5	16.2	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	7.1	8.6	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	0.9	1.3	<2.4	No
Sólidos disueltos	mg/L	s/i	s/i	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	s/i	s/i	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C	-	-	<0.5	No
INORGANICOS					
Amonio	mg/L	s/i	s/i	<0.5	No
Cianuro	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Cloruro	mg/L	21.6	60.3	<80	No
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	mg/L	0.2	48.0	<120	No
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0.04	No
ORGANICOS		s/i	s/i		No
ORGANICOS PLAGUICIDAS		s/i	s/i		No
METALES ESENCIALES					
Boro	Mg/l	0.02	<1.00	<0.4	No
Cobre	μg/L	<10	40	<7.2	Si
Cromo total	μg/L	<10	50	<8	Si
Hierro	mg/L	0.18	2.54	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	<0.01	0.97	<0.04	Si
Molibdeno	mg/L	<0.01	<0.01	<0.008	No
Níquel	μg/L	<10	<10	<42	No
Selenio	μg/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	<0.01	0.02	<0.096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0.1	0.7	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	<0.001	0.008	<0.04	No
Cadmio	μg/L	<10	<10	<1.8	No
Estaño	μg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	μg/L	<1	<1	<0.04	No
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales (NMP)	Germens/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	Germens/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

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

- Parámetros Principales
 - Cobre
 - Cromo
 - Hierro
 - Manganeso
 - Aluminio

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

- Color Aparente
- Molibdeno
- 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, sulfato, zinc, arsénico, níquel y selenio, donde los valores de estos dos últimos parámetros corresponden al límite de detección (LD) analítico inferior a la clase 0.

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

4.2.2 Análisis de tendencia central

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

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

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

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

Tabla 4.4: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SIDE
Conductividad Eléctrica:
<u>Río Side</u> : En una serie de tiempo de doce años se observa un comportamiento constante en un mismo valor en la estación Cerro Sombrero, con una tendencia central plana en un valor de 250 μ S/cm.
Oxígeno Disuelto:
<u>Río Side</u> : En la serie de tiempo de cinco años se observa un comportamiento que disminuye en 2,5 mg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 13,5 mg/L.
pH:
<u>Río Side</u> : En la serie de tiempo de doce años se observa dos comportamientos el primero desde 1990 hasta 1992 que tiende a disminuir en aproximadamente 0.6 unidades y el segundo desde 1993 hasta el año 2001 con un comportamiento constante que oscila en un rango de 0,2 unidades, con una tendencia central plana en un valor aproximado de 7,8 unidades.
Cobre:
<u>Río Side</u> : En una serie de tiempo de doce años se observa un comportamiento que disminuye en 7 μ g/l , con una tendencia central decreciente en un valor de 13 μ g/l.
Cromo Total:
<u>Río Side</u> : En una serie de tiempo de cinco años desde 1996 hasta 2001 se observa un comportamiento que disminuye en 30 μ g/l , con una tendencia central decreciente en un valor de 20 μ g/l.

Tabla 4.4 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SIDE
Hierro:
<u>Río Side:</u> En una serie de tiempo de doce años desde 1990 hasta 2001 se observa un comportamiento que disminuye en 11 mg/L , con una tendencia central decreciente en un valor de 0,7 mg/L.
Manganeso:
<u>Río Side:</u> En una serie de tiempo de cinco años desde 1996 hasta 2000 se observa un comportamiento decreciente en un valor de 0,15 mg/L y luego puntualmente creciente hasta 0,23 mg/L.
Aluminio:
<u>Río Side:</u> En una serie de tiempo de cinco años desde 1996 hasta 2001 se observa un comportamiento que disminuye en 0,05 mg/L, con una tendencia central decreciente en un valor de 0,35 mg/L.

4.2.3 Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

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

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
12802SI10	Río Side en Cerro Sombrero	Est. DGA vigente	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
12802SI10	Río Side Frente a Primavera	Punto sin información	

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)))

Side

28.

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

- Información DGA

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

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

Para la cuenca del río Side, la Base de Datos Integrada (BDI) se presenta en la forma de archivo digital en el anexo 4.2.

4.2.5 Procesamiento de datos por período estacional

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

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

Para la información proveniente de la DGA, en la tabla 4.6 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Side, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

**Tabla 4.6: Calidad de Agua por Periodos Estacionales en la Cuenca del Río Side
Información DGA**

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	(285,3)	0	((257,5))	0	(243,8)	0	(233,6)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	((13,7))	0			((15,4))	0	(13,2)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	(7,6)	0	((7,8))	0	(7,7)	0	(7,9)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	(17)	2	((<10))	2	(9)	1	(13)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cromo ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	((17))	2			((37))	2	(12)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	(1,23)	2	((0,98))	1	(0,69)	0	(0,33)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	((0,39))	3			((0,33))	3	(0,09)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO SIDE EN CERRO SOMBRERO	((0,53))	2			((0,40))	2	((0,20))	2

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

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

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	3,0	1
Side Frente a Primavera	6,0	2

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	70	2
Side Frente a Primavera	50	2

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	160	0
Side Frente a Primavera	194	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	24	1
Side Frente a Primavera	<10	0

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	<0,05	0
Side Frente a Primavera	<0,05	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	<5	<1
Side Frente a Primavera	<5	<1

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	<0,1	0
Side Frente a Primavera	<0,1	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	<0,05	0
Side Frente a Primavera	<0,05	0

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

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	<0,50	-
Side Frente a Primavera	<0,50	-

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	230	4
Side Frente a Primavera	110	4

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	79	1
Side Frente a Primavera	13	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Side en Cerro Sombrero	180	0
Side Frente a Primavera	13	0

Parámetro	Río Side frente a Primavera	
	Valor	Clase
Aluminio Total, mg/L	0,65	2
Cadmio Total, µg/L	<5	≤ 2
Cobre Total, µg/L	<10	<2
Cromo Total, µg/L	<4	0
Manganeso Total, mg/L	0,05	1
Mercurio Total, µg/L	<1	≤ 3
Molibdeno Total, mg/L	<0,01	1
Níquel Total, µg/L	<10	0
Plomo Total, mg/L	<0,002	0
Selenio Total, µg/L	<4	0
Zinc Total, mg/L	0,04	0

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

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

4.3 Factores Incidentes en la Calidad del Agua

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

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

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

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Side en Cerro Sombrero 1280SI10	<p>Lixiviación superficial y subterránea</p> <p>Lixiviación superficial y subterránea de suelos</p> <p>Aumento del color aparente debido a efecto de turberas</p>	<p>Descarga de centros poblados</p> <p>Contaminación difusa por ganadería</p>	<p>Cu, Cr, Fe, Mn, Al</p> <p>Posiblemente: Color aparente, CF, DBO₅ y CT</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Geología: Formaciones geológicas consistentes depósitos no consolidados o rellenos del período cuaternario. De los 30 a los 100 m de profundidad se encuentra un basamento de rocas sedimentario-volcánicas del período Terciario, consistente en tobas y brechas, lutitas e ignimbritas. • Hidrogeología: Niveles freáticos surgentes (Pozo DGA en Cerro Sombrero, surgente) • Clima: Evapotranspiración real anual de 250 mm. Precipitación promedio anual de 300 mm • Geomorfología: Llano tipo estepa, con suaves lomajes • Cobertura vegetal: Estepa patagónica de Magallanes, con turberas • Hidrología: Río de origen pluvial cuyo origen son aguas subterráneas • Centros Poblados: Poblado de Cerro Sombrero (sin Plta de tratamiento) • Ganadería: Ganadería Ovina • Industrias: Actividad petrolera de ENAP, consistente en pozos de extracción de petróleo

5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

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

- Río Side en Cerro Sombrero

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

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

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Side 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 DEL RÍO SIDE
Parámetros físico- Químicos : CE, DBO₅, color aparente , OD, pH, RAS, SD, SST
<u>CE</u> : Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>DBO₅</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 1 en el río Side en Cerro Sombrero y clase 2 frente a Primavera.
<u>Color Aparente</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 2 en el río Side en Cerro Sombrero y clase 2 frente a Primavera.
<u>OD</u> : Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>pH</u> :. Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.
<u>RAS</u> : Todos los valores en clase 0
<u>SD</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 en el río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.
<u>SST</u> : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 1 en el río Side en Cerro Sombrero y en clase 0 frente a Primavera.

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

CUENCA DEL RÍO SIDE
Inorgánicos: NH_4^+, CN^-, Cl^-, F^-, NO_2^-, SO_4^{2-}, S^{2-}
<p><u>NH_4^+</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 en el río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</p> <p><u>CN^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al valor del límite de detección analítico , el que solo permite señalar que esta en una clase < 1.</p> <p><u>Cl^-</u> : Todos los valores en clase 0</p> <p><u>F^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 en el río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</p> <p><u>NO_2^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 en el río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</p> <p><u>SO_4^{2-}</u> : Todos los valores en clase 0</p> <p><u>S^{2-}</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al valor del límite de detección analítico.</p>
Orgánicos: Aceites y grasas; PCBs; SAAM; fenol; HCAP; HC; tetracloroetano, tolueno
Sin información
Orgánicos Plaguicidas:
Sin información
Metales Esenciales: B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn
<p><u>B</u>: Todos los valores en clase 0</p> <p><u>Cr_{total}</u>: En río Side en Cerro Sombrero todos los valores en clase 2 sin variación estacional El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 en río Side en Primavera.</p> <p><u>Cu</u>: En río Side en Cerro Sombrero valores en clase 2 en todos los periodos estacionales excepto en primavera en clase 1, sin embargo el dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 2 en río Side en Primavera.</p> <p><u>Mo</u>: Con valores en límite de detección analítico superior a la clase 0, no permite análisis.</p> <p><u>Fe</u>: En río Side en Cerro Sombrero valores en clase 2 en invierno, clase 1 en otoño y clase 0 en primavera y verano.</p> <p><u>Mn</u>: En clase 2 en el río Side en Cerro Sombrero en verano, y clase 3 en primavera e invierno. Sin datos para otoño.</p> <p><u>Ni, Se</u>: Todos los registros de la cuenca en clase 0. El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en clase 0 en río Side en Primavera.</p> <p><u>Zn</u>: Todos los registros de la cuenca en clase 0. El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en clase 0 en río Side en Primavera.</p>

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

CUENCA DEL RÍO SIDE
Metales no Esenciales: Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb
<p><u>Al</u>: En clase 2 sin variación estacional en el río Side en Cerro Sombrero y el dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 2 frente a Primavera.</p> <p><u>As</u>: Todos los registros de la cuenca en clase 0.</p> <p><u>Cd</u>: Con valores en límite de detección analítico superior a la clase 0, no permite análisis. El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en clase ≤ 2 en río Side en Primavera.</p> <p><u>Sn</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al límite de detección analítico en clase ≤ 3 en el río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</p> <p><u>Hg</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 esta en clase 0 frente a Primavera.</p> <p><u>Pb</u>: Con valores en límite de detección analítico superior a la clase 0, no permite análisis. El dato del muestreo puntual en Primavera 2003 en clase 0 en río Side en Primavera.</p>
Indicadores Microbiológicos CF, CT
<p><u>CF</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en clase 1 en río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</p> <p><u>CT</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 en clase 0 en río Side en Cerro Sombrero y frente a Primavera.</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 Side, estos parámetros son: DBO₅, color aparente, SD, SST, NH₄⁺, CN⁻, F⁻, S²⁻, NO₂⁻, Sn, CF y CT.
- En el caso de los parámetros DBO₅, sólidos suspendidos y coliformes fecales, si no se dispone de ninguna información de nivel superior, se emplea como valor de referencia la estimación del consultor (información nivel 5). El método de estimación de dichos parámetros se presenta en el capítulo 4 de la Sección II del Informe Final, destinada a describir la Metodología empleada.
- Cuando se dispone de información de distintas fuentes para un mismo parámetro, se le asigna a éste en la tabla 5.2 la clase correspondiente a la fuente de información que contenga un mayor número de registros (mejor nivel de información de acuerdo a la metodología).

Side
38.

Tabla 5.2: Asignación de Clases de Calidad Actual

Tabla.5.2a: Cauce Principal: Río Side

Estaciones de calidad	Código de Segmento	Clases según Instructivo					Parámetro con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Side en Cerro Sombrero.	12802SI10	CE, OD, pH, RAS, SD, CT, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , Cl, SO ₄ ⁻² , B, Ni, Se, As	SST, DBO ₅ , CF	Cu, Cr _{tot} , Fe, Al, color aparente	Mn	Sn	Mo, Pb, S ²⁻ , CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 2 y 3, DGA. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 para: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, CT, CF, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , F ⁻
Río Side frente a Primavera	12802SI10	Ni, Pb, Cr _{tot} Se, CT, NO ₂ ⁻ , F ⁻ , NH ₄ ⁺ , SST, SD, Zn	Mn, Mo, CF	DBO ₅ , color aparente, Al, Cu, Cd		Sn	Hg, CN ⁻	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003 para: DBO ₅ , color aparente, SD, SST, CT, CF, NH ₄ ⁺ , Cd, Cr _{tot} Hg, Ni, Pb, Se, Mn, Mo, Zn, Al, Cu, Sn, NO ₂ ⁻ , F ⁻

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

Estación	Segmento	Color aparente	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)
Río Side en cerro Sombrero	12802-SI-10	70*	(17)	((37))	(1,23)	((0,39))	((0,53))

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

Fuente: Elaboración propia
s/i: sin información

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

- Predominan metales en solución en la calidad natural del río Side: Cobre, Cromo, Hierro, Manganeseo y Aluminio
- El color aparente es un parámetro relevante en el río Side

5.4.1 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 9 µg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - primavera) a 17 µg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - invierno).

La presencia de cobre se deben a la litología propia de la cuenca compuesta por basamentos sedimento volcánicos, en la parte alta, las cuales son lixiviadas por las aguas meteóricas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recarga el río Side.

La acidez de las aguas meteóricas en conjunto con los suelos, son factores importantes que incrementan la capacidad de lixiviación de las aguas subterráneas.

5.4.2 Cromo

Los valores de cromo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 12 µg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - verano) a 37 µg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - primavera).

La presencia de cromo en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología propia de la cuenca compuesta por basamento sedimento volcánico, las cuales son lixiviadas por las aguas meteóricas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua.

5.4.3 Hierro

Los valores de hierro procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,33 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - verano) a 1,23 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - invierno), estos superan la clase de excepción en aproximadamente 54%.

La presencia de hierro se debe a la litología propia de la cuenca, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente como aguas surgentes en el río.

5.4.4 Manganeso

Los valores de manganeso procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,09 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - verano) a 0,39 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - invierno).

La presencia del manganeso en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca compuesto por basamento sedimento volcánico, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río Side.

El efecto edafológico también es relevante, pues los suelos presentan cantidades de manganeso que se hacen más presentes cuando ocurren precipitaciones. El suelo que es de

origen ácido, al contacto con el agua meteórica que también lo es, solubiliza el manganeso presente en el suelo.

5.4.5 Aluminio

Los valores de aluminio procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores comprendidos entre los 0,2 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - verano) a 0,53 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - invierno).

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

5.4.6 Color aparente

Los valores de color aparente procedentes del muestreo CADE-IDEPE en Octubre del 2003 presentan valores comprendidos entre los 0,2 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - verano) a 0,53 mg/L (Est DGA río Side en cerro Sombrero - invierno).

La aumento de color aparente se debe al efecto de las sustancias húmicas que se desprenden de las turberas existentes en la cubierta vegetal de la cuenca.

5.4.7 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Side se hace imprescindible continuar con el programa de monitoreo de la Dirección General de Aguas, los cuales se deben complementar con los que tenga o tenga proyectados la Empresa Sanitaria de Magallanes – ESMAG, y la Empresa Nacional del Petróleo - ENAP.

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 Side y sus tributarios:

Side

42.

- La calidad natural del río Side en general es de excelente a buena calidad. Predominan los metales pesados producto de las formaciones geológicas, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas las cuales comienzan a recargar al río desde la parte alta hasta la desembocadura.
- El río Side es un río cuyo origen es de aguas subterráneas lo cual explica la presencia de metales en solución en la cuenca del río.

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

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

Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Side

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Side	12802SI10	SI-TR-10	De: Naciente río Side
	12802SI20		Hasta : Desembocadura en Estrecho de Magallanes

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

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 Side	SI-TR-10	--	--	--	1	No hay	1	0	CE, OD, pH, RAS, SD, CF, CT, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , F ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ⁻² , B, Ni, Se, Zn, As, Cd, Pb, SST	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Al, color, DBO ₅	
								3	Mn	
								4	Sn--	

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Side: Conductividad eléctrica, DBO₅, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, aluminio, color aparente, estaño

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 Side 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 Serrano, 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:

- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeso
- Aluminio

7.1.2 Estimación del ICAS

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

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

Estación de Muestreo	ICAS
Río Side en cerro Sombrero	94

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Serrano posee buena calidad en el cauce principal. 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 Side en cerro Sombrero	1

El cumplimiento de los valores de la clase objetivo por todos los parámetros permite el cálculo de un nuevo ICAS. Sin embargo, en función del análisis de esta cuenca, se ha concluido que todos los parámetros que difieren de la clase asignada son de origen natural, de modo que los valores de ICAS serían iguales a los de calidad actual.

7.2 Programa de Monitoreo Futuro

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

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

El programa de monitoreo considera una primera fase, cuya duración es de tres años, en la frecuencia mínima, destinada a completar la Base de Datos Integrada (BDI), en

aquellos parámetros que no disponen de suficiente información, midiendo simultáneamente parámetros seleccionados en todos los puntos de la red. Es decir, los parámetros incluyen a los seleccionados, los que no tienen datos y los que están condicionados por los límites de detección analíticos. En particular, el alto costo de los análisis de compuestos orgánicos y orgánicos plaguicidas, obliga a plantear un monitoreo algo más restringido. Se proponen medir Grasas y Aceites, Detergentes e Hidrocarburos, y respecto de los plaguicidas cumplir con las recomendaciones del Anexo A9, sección 6.5.

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

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

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

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

Tabla 7.4: Programa de Monitoreo Futuro

	Punto de Muestreo	Río Side en Cerro Sombrero	Río Side Frente a Primavera
	COD_SEG	12802SI10	12802SI10
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
INORGANICOS			
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
METALES ESCENCIALES			
Boro	mg/l	LD	LD
Cobre	μg/l	PPL	PPL
Cromo total	μg/l	PPL	PPL
Hierro	mg/l	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	PPL	PPL
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	S/I	S/I
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	S/I	S/I

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

7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile.
2.2	SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
2.3	MOP, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile.
2.4	IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
2.5	SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura. 1976.
2.6	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
2.7	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna acuática río Side. Diciembre 2003.
2.8	INE, Instituto Nacional de Estadísticas. http://www.censo2002.cl
2.9	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo
3.1	IPLA Ltda. Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. 1996.