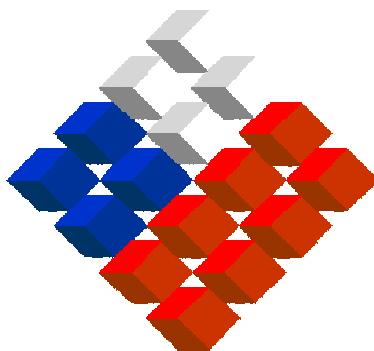




GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

**DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS
CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD**

CUENCA DEL RIO SERRANO

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.	RECOPILACION DE INFORMACION Y CARACTERIZACION DE LA CUENCA.....	3
2.1	Cartografía y Segmentación Preliminar	3
2.2	Sistema Físico - Natural	5
2.2.1	Clima	5
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 Serrano	7
2.3.1	Flora terrestre y acuática	7
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.....	15
3.2.1	Usos in – situ	15
3.2.2	Usos extractivos.....	16
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	20
3.4	Datos de Calidad de Aguas	20
3.4.1	Fuentes de Información	20
3.4.2	Aceptabilidad de los programas de monitoreo	21
4.	ANALISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	23
4.1	Análisis de Información Fluviométrica	23
4.1.1	Análisis por estación	23
4.1.2	Conclusiones	34
4.2	Análisis de la Calidad del Agua	35
4.2.1	Selección de parámetros	35
4.2.2	Análisis de tendencia central	38
4.2.3	Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE	44
4.2.4	Base de Datos Integrada (BDI)	45
4.2.5	Procesamiento de datos por período estacional	46
4.3	Factores Incidentes en la Calidad del Agua	51
5.	CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES .	60
5.1	Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal	60
5.2	Caracterización de la Calidad de Agua a Nivel de la Cuenca	65
5.3	Asignación de Clases de Calidad Actual a Nivel de la Cuenca	67
5.4	Calidad Natural y Factores Incidentes	73
5.4.1	Cobre	73
5.4.2	Cromo	74
5.4.3	Hierro	74
5.4.4	Manganeso	74
5.4.5	Aluminio	75

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.4.6	Falencias de información.....	75
5.4.7	Conclusiones.....	75
6.	PROPOSICION DE CLASES OBJETIVOS	77
6.1	Establecimiento de Tramos	77
6.2	Requerimientos de Calidad según Usos del Agua.....	78
6.3	Grado de Cumplimiento de la Calidad Objetivo	83
7.	OTROS ASPECTOS RELEVANTES	84
7.1	Indice de Calidad de Agua Superficial	84
7.1.1	Antecedentes.....	84
7.1.2	Estimación del ICAS	84
7.1.3	Estimación del ICAS objetivo	85
7.2	Programa de Monitoreo Futuro	86
7.3	Sistema de Información Geográfico	89
7.4	Referencias	89

ANEXOS

Anexo 3.1 :	Estadísticas de Caudales Medios Mensuales Cuenca del Río Serrano
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 Serrano
Anexo 7.1:	Indice de Calidad Actual Cuenca del Río Serrano

1. ELECCION DE LA CUENCA Y DEFINICION DE CAUCES

Algunos derrames importantes del Campo de Hielo Sur hacia el este son las cabeceras de los tributarios de la cuenca del río Serrano, que se desarrolla al oriente de él. La línea de divisoria del norte de esta cuenca es la que la separa de la hoya del lago Argentino, en Argentina, y su base de equilibrio es el seno de Última Esperanza.

Esta hoya forma parte de la XII Región de Magallanes, es de tipo trasandino con una extensión de 6673 km², formando parte de ella una serie de grandes y pequeños lagos concatenados y otros situados en paralelo.

El río Serrano, de 38 km de recorrido, se genera como desagüe del lago Toro en el extremo más occidental de este gran cuerpo de agua. Recorre serpenteando una extensa llanura aluvial cubierta en parte por mallines y turberas. Uno de sus más importantes tributarios por su ribera derecha, con un desarrollo de 20 km, es el río Grey, emisario del lago homónimo, que por su forma y longitud de más de 15 km constituye naturalmente un fiordo interior de orientación NW-SE. Este lago es alimentado desde un gran ventisquero, que con un frente de derretimiento de más de 20 km de altura, le cae en su cabecera norte. Su superficie alcanza a 32,6 km² y sus aguas son turbias a causas del limo glacial.

El río Serrano recibe, por la misma ribera, el emisario del lago Tyndall, casi conjuntamente con el río Geikie, que también desagua un par de lagos provenientes del mismo ventisquero Tyndall.

El gran lago Toro, con sus contornos irregulares, posee varios cabos, penínsulas y ensenadas. En una de estas últimas, la más noroccidental, recibe al Paine, que es el principal afluente de toda la hoya. El lago Toro tiene una extensión de 202 km², y el más notable accidente es la gran saliente de la ribera sur llamada La Península.

El río Paine se genera en el extremo sur del lago Dickson, cuerpo de agua de mediano tamaño que es alimentado por el ventisquero Dickson, próximo al límite internacional. Este río, después de recorrer 9 km, cae al lago Paine, de cuyo extremo noroccidental vuelve a emerger para recorrer un espacio de 15 km antes de rematar en el lago Nordenskjöld. Este último, de aguas muy claras, tiene un eje mayor de 15 km. y una superficie de 28 km².

Serrano

2.

El río Paine, tras un breve recorrido y en un espectacular salto de 12 m. de altura, cae al lago Pehoe que le sigue inmediatamente al sur. Dicho lago, de contornos irregulares, tiene también aguas claras y una superficie de 22 km²; recibe al emisario del pequeño lago Skottsjö, situado entre el Nordenskjöld y el Grey.

El río Paine resurge en el extremo SE del lago Pehoe y, a su salida, presente otro gran salto de 50 m, de altura y, tras un recorrido de seis kilómetros en un lecho ancho y profundo bien definido entre rocas fundamentales, se vacía en la ensenada NW del lago Toro.

El lago Sarmiento de Gamboa que pareciera formar parte activa en esta cadena de lagos del Paine y que queda con su extremo occidental a corta distancia de los lagos Nordenskjöld y Pehoe no tiene, sin embargo, desagüe visible. Queda separado del lago Toro por la llamada sierra del Toro, con cumbres de 1.390 m.; cuenta con un eje mayor E-W de 25 km. y una superficie de 90 km²; su alimentación principal la recibe de la sierra del Toro.

Otro afluente del lago Toro de cierta importancia por su largo recorrido es el río de las Chinas, algunos de cuyos tributarios tienen nacimiento allende la frontera. Se vacía en su ribera oriente en una zona pantanosa, tras un recorrido de 105 km. Afluente de su curso superior por su banda derecha es el río Zamora que drena un área importante del sector norte. En su curso medio afluye, por su izquierda, el río Baguales, proveniente de la sierra del mismo nombre.

Los cauces seleccionados para el estudio son:

- Río Serrano
- Río Paine
- Río Grey
- Río Baguales
- Río Vizcachas
- Río de Las Chinas
- Río Chorrillos Tres Pasos
- Río Don Guillermo

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 Serrano 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 Serrano es la indicada en la Tabla 2.1, la que se muestra en lámina 1940-SER-02.

Serrano

4.

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

CUENCA RIO SERRANO					Límites de los segmentos	
SubCuenca	Cauce	REF	SubSeg	Código	Inicia en:	Términa en:
12281	Río PAINE	PA	1	12281 - PA - 10	NACIENTE EN DESAGUE LAGO DICKSON	ENTRADA LAGO PAINE
12281	Río PAINE	PA	2	12281 - PA - 20	SALIDA LAGO PAINE	ENTRADA LAGO NORDENSKJOLD
12282	Río PAINE	PA	1	12282 - PA - 10	SALIDA LAGO NORDENSKJOLD	ENTRADA LAGO PEHOE
12282	Río PAINE	PA	2	12282 - PA - 20	SALIDA LAGO PEHOE	ENTRADA LAGO DEL TORO
12283	Río VIZCACHAS	VI	1	12283 - VI - 10	NACIENTE RIO VIZCACHAS	CONFLUENCIA RIO BAGUALES
12283	Río BAGUALES	BA	1	12283 - BA - 10	NACIENTE RIO BAGUALES	CONFLUENCIA RIO VIZCACHAS
12283	Río BAGUALES	BA	2	12283 - BA - 20	CONFLUENCIA RIO VIZCACHAS	CONFLUENCIA RIO DE LAS CHINAS
12283	Río DE LAS CHINAS	CH	1	12283 - CH - 10	NACIENTE RIO DE LAS CHINAS	CONFLUENCIA RIO BAGUALES
12284	Río DE LAS CHINAS	CH	1	12284 - CH - 10	CONFLUENCIA RIO DON GUILLERMO	ENTRADA LAGO DEL TORO
12284	Río DON GUILLERMO	DG	1	12284 - DG - 10	NACIENTE RIO DON GUILLERMO	CONFLUENCIA RIO DE LAS CHINAS
12285	Río CHORRILLOS	CO	1	12285 - CO - 10	NACIENTE RIO CHORRILLOS	ENTRADA LAGO DEL TORO
12286	Río DE LAS CHINAS	CH	1	12286 - CH - 10	CONFLUENCIA RIO BAGUALES	CONFLUENCIA RIO DON GUILLERMO
12287	Río GREY	GR	1	12287 - GR - 10	SALIDA LAGO GREY	CONFLUENCIA RIO SERRANO
12289	Río SERRANO	SE	1	12289 - SE - 10	NACIENTE EN DESAGUE LAGO DEL TORO	CONFLUENCIA RIO GREY
12289	Río SERRANO	SE	2	12289 - SE - 20	CONFLUENCIA RIO GREY	DESEMBOCADURA EN SENO DE ULTIMA ESPERANZA

2.2 Sistema Físico - Natural

2.2.1 Clima

La cuenca del río Serrano, presenta un clima Frío Estepárico en los sectores bajos y de Tundra, en los sectores de mayores alturas (cumbres).

Este clima durante el verano es muy variable por lo que en un mismo día puede estar soleado, nublado, con lluvia e incluso nevar. La temperatura máxima puede oscilar entre los 25°C y los 10°C, en tanto, que la mínima puede alcanzar valores bajo los 0°C. En invierno las condiciones son más extremas. Precipita y nieva a lo largo de todos los meses con valores que no sobrepasan los 60 mm mensuales [Ref 2.1].

2.2.2 Geología y volcanismo

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

- Rocas PPI3, del tipo volcánicas del Plioceno - Pleistoceno. Secuencias y centros volcánicas parcialmente erodados, lavas basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados.
- Rocas EM1m, del tipo sedimentaria del Eoceno - Mioceno. Secuencias sedimentarias marinas sublitorales, limolitas y arcillolitas.
- Rocas Ks1mp, del tipo sedimentaria del Campaniano - Maatrichtiano. Secuencias sedimentarias marinas y parálicas: areniscas y lutitas.
- Rocas Ks1m, del tipo sedimentaria del Cretácico Superior. Secuencias sedimentarias marinas de plataforma, litorales o transicionales: areniscas, conglomerados, lutitas, calizas estraclásticas y oólicas, sucesiones turbidíticas.
- Rocas Mg, del tipo intrusiva del Mioceno: granodioritas, dioritas, tonalitas.

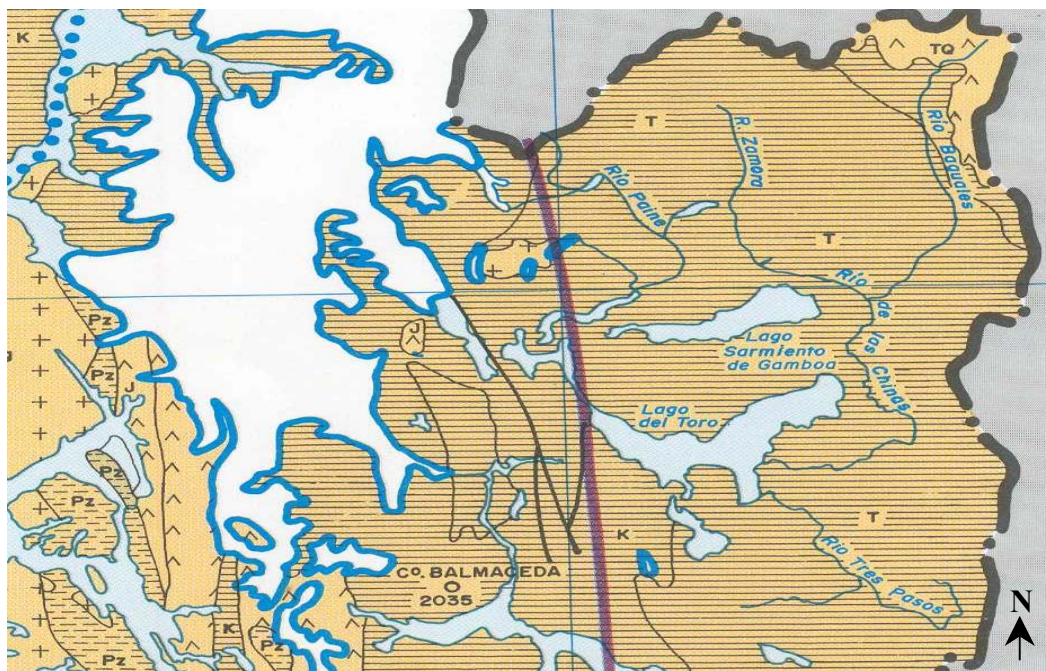
No existe influencia volcánica en esta cuenca.

2.2.3 Hidrogeología

La cuenca hidrográfica del río Serrano se extiende desde la latitud 50°30' hasta los 51°30' latitud Sur.

Destacan formaciones geológicas de baja permeabilidad constituidas por formaciones de origen sedimento - volcánicas del período terciario, que constituyen el basamento sobre la cual drena el acuífero. No se cuenta con suficientes antecedentes acerca de las direcciones de las aguas subterráneas, sin embargo, lo más probable es que escurran paralelos a los cursos superficiales los cuales drenan finalmente en los lagos Toro, Sarmiento de Gamboa y Pehoe.

La figura 2.1 obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA [Ref. 2.4] representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Serrano



[Ref. 2.3]

**Figura 2.1: Características Hidrogeológicas de la Cuenca del río Serrano
(Escala 1:1.000.000)**

2.2.4 Geomorfología

La cuenca del río Serrano se caracteriza por la presencia de un rasgo geomorfológico bien definido que corresponde a la Cordillera Patagónica. Esta unidad geomorfológica está totalmente interrumpida por importantes cuerpos lacustres que corresponden a los lagos del Toro, Sarmiento, Tindalt, Pehoe y Nordenkjold.

La Cordillera Patagónica en este sector corresponde a un relieve de plegamiento erosionado por glaciares y ríos, que aprovechan para su escurrimiento líneas de fracturación tectónica; de ahí el sistema ortogonal que caracteriza la red de drenaje regional, la disposición de los encadenamientos cordilleranos y las digitaciones lacustres [Ref. 2.4].

2.2.5 Suelos

Los suelos de la cuenca del río Serrano 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. 2.5].

Los suelos histosoles se caracterizan por poseer grandes acumulaciones de materia orgánica sin evolucionar; los spodosoles, son suelos con horizonte diagnóstico espódico [Ref. 2.6].

2.3 Flora y Fauna de la Cuenca del Río Serrano

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 y Estepa Patagónica de Magallanes:

- 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*.

- Estepa Patagónica de Magallanes: Extensa formación vegetal que se encuentra tanto al norte como al sur del Estrecho de Magallanes. Corresponde a condiciones ambientales con precipitaciones inferiores a los 500 mm, típicas del sector oriental de las cordilleras patagónicas. Su fisonomía 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.

Entre las comunidades vegetales que presenta esta formación están: *Festuca Gracillima* (Corión dulce), *Festuca Gracillima* – *Stipa humilis* (Coirón Dulce – Coironcito), *Hordeum comosum* – *Deschampsia antarctica* (Ratonera – Coironcillo), *Chilietrichum diffusum* (Mata Verde) y *Lepidophyllum cupressiforme* – *Festuca gracillima* (Mata Negra – Coirón Dulce) [Ref. 2.7].

De acuerdo a la distribución de especies de flora acuática y referencias de ríos cercanos, se ha compilado la siguiente lista de especies de flora acuática potencialmente presentes en la cuenca del Serrano. Esta lista es probablemente reducida, sin embargo, el río Serrano debe contar con una mayor diversidad de plantas acuáticas.

Tabla 2.2: Flora acuática río Serrano

Nombre Científico	Familia	Grupo
Myriophyllum aquaticum	Haloragaceae	Dicotyledonae
Polygonum sp	Polygonaceae	Dicotyledonae
Agrostis capillaris	Poaceae	Liliopsida
Blechum penna-marina	Acanthaceae	Monocotyledonae
Calliergon sp.	Amblistegiaceae	Monocotyledonae
Hypochoeris radicata	Compositae	Monocotyledonae
Drepanocladus sp	Compositae	Monocotyledonae
Juncos spp	Compositae	Monocotyledonae
Plantago lanceolata	Compositae	Monocotyledonae
Scirpus californicus	Compositae	Monocotyledonae
Lotus pedunculatus	Fabaceae	Monocotyledonae
Potamogeton sp	Potamogetonaceae	Monocotyledonae

[Ref. 2.8]

2.3.2 Fauna acuática

En las siguientes tablas, se listan las especies anfibias y especies ícticas presentes en el río Serrano caracterizadas según nombre científico, nombre común y estado de conservación.

Cei (1982), cita para el territorio chileno a la latitud del Parque Nacional Torres del Paine 3 especies de anfibios.

Tabla 2.3: Fauna anfibia río Serrano y su estado de conservación

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación
Bufonidae	<i>Bufo variegatus</i>	Sapo	F
Leptodactylidae	<i>Alsodes coppingeri</i>	Sapo	Inadecuadamente conocida
Leptodactylidae	<i>Batrachyla leptopus</i>	Sapo	F

[Ref. 2.8]

F: Fuera de Peligro, según Decreto Ley de Caza SAG.

Con respecto a la fauna íctica, varias de las especies del río Serrano son salmonídeos introducidos o provenientes de cultivos. Las especies de salmónidos descritos para la cuenca fueron obtenidos de operadores locales de pesca deportiva.

Se listan las especies de peces presentes según estas y otras fuentes incluyendo la experiencia del consultor, con indicación de su estado de conservación según el Libro Rojo de CONAF (Glade, 1993).

Tabla 2.4: Fauna íctica río Serrano 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>	Peladilla listada	Vulnerable
Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Vulnerable
Galaxiidae	<i>Galaxias platei</i>	Tollo	Vulnerable
Geotridae	<i>Geotria australis</i>	Lamprea anguila	Vulnerable
Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>	Trucha, Perca trucha	Vulnerable
Salmonidae	<i>Onchorhynchus kisutch</i>	Salmón Coho	No listada
Salmonidae	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	No listada
Salmonidae	<i>Salmo trutta trutta</i>	Marrón o Trucha café	No listada
Salmonidae	<i>Salmo trutta fario</i>	Trucha sea run	No listada
Salmonidae	<i>Onchorhynchus tshawytscha</i>	Chinook	No listada

[Ref. 2.8]

2.4 Sistemas Humanos

2.4.1 Asentamientos humanos

Desde el punto de vista político - administrativo, la cuenca del río Serrano forma parte de la XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, abarcando la provincia de Última Esperanza y las comunas de Natales y Torres del Paine. La cuenca posee una superficie de 667.300 Ha equivalentes al 0,5% de la Región [Ref. 2.9].

El único asentamiento humano de importancia emplazado en el sector sur – oriental de la cuenca corresponde al poblado de Cerro Castillo. No se dispone de información censal (años 1992 y 2002).

2.4.2 Actividades económicas

La principal actividad económica de la cuenca es el turismo ya que posee sitios naturales de gran valor paisajístico. Entre estos atractivos naturales se encuentran, los sitios declarados como Áreas bajo Protección Oficial correspondientes a los Parques Nacionales Torres del Paine y Bernardo O'Higgins; así como numerosos cuerpos lacustres, glaciares y ventisqueros.

El poblado de Cerro Castillo se dedica a la crianza de ganado ovino y apoyo al turismo. Este poblado otorga el aprovisionamiento de abarrotes a las estancias vecinas, e información turística a los visitantes que acceden por el paso fronterizo Don Guillermo, provenientes de Calafate, República Argentina.

La ganadería ovina y bobina también constituye una de las principales actividades económicas 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-SER-01 y se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.5: Clasificación Usos del suelo Cuenca del río Serrano

Cuenca del río Serrano (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
667.300	Praderas	160.207	24
	Terrenos agrícolas y agricultura de riego	1.316	0.2
	Plantaciones forestales	0	0
	Áreas urbanas e industriales	17	0,003
	Minería Industrial	0	0
	Bosque nativo y bosque mixto	123.567	18,5
	Otros Usos*	267.652	40,1
	Áreas sin vegetación	114.541	17,2

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

2.5.1 Uso agrícola

Los principales cultivos de la cuenca son praderas naturales, avena y papas.

Además, existe actividad fundamentalmente pecuaria. En los ríos de Las Chinas y Chorrillos Tres Pasos, se han efectuado proyectos de riego, destinándose cerca de 1.000 ha de suelo a praderas naturales o artificiales para la cosecha de pasto.

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 (123.567 Ha) equivalente al 19% de la superficie total de la cuenca [Ref. 2.9].

2.5.3 Uso urbano

El uso del suelo de tipo urbano en la cuenca comprende 17 Ha equivalentes al 0,003% de la superficie total. La cuenca no posee población urbana por lo cual esta superficie está referida únicamente a las instalaciones hoteleras próximas al lago Pehoe y las guarderías de Conaf.

Existen instalaciones hoteleras relativamente importantes próximas al río Paine (Complejo Turístico Las Torres, Hotel Explora, al lago Grey y al río Serrano (hotel Altavista por ejemplo)

En el río Serrano el MINVU desarrolla un seccional para regular el uso del área y propicia un proyecto de densificación de instalaciones de servicios turísticos (pueblecito de Serrano).

El tipo de uso de suelo minero no se presenta en la cuenca.

2.5.4 Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad

Las Áreas bajo Protección Oficial pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que se emplazan en la cuenca, corresponden a los Parques Nacionales Torres del Paine y Bernardo O'Higgins. Estos sitios en conjunto ocupan una superficie de 341.534 Ha equivalentes al 51% de la superficie total de la cuenca.

La cuenca del río Serrano no posee sitios de conservación de la biodiversidad [Ref. 2.9] [Ref. 2.10].

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 Serrano es el siguiente:

Tabla 3.1: Estaciones Fluviométricas en la Cuenca del Río Serrano

Nombre	Período de Registro
RÍO DE LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	1980 - 2002
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	1980 - 2002
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	1980 - 2002
RÍO DON GUILLERMO EN CERRO CASTILLO	1980 - 2002
RÍO DE LAS CHINAS ANTES DESAGUE DEL TORO	1990 - 2002
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS RUTA N°9	1981 - 2002
RÍO PAINE EN PARQUE NACIONAL 2	1985 - 2002
RÍO GREY ANTES JUNTA SERRANO	1981 - 2002
RÍO SERRANO EN DESAGUE LAGO DEL TORO	1986 - 2002
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	1994 - 2002

La cuenca del río Serrano está compuesta por las subcuencas del río de Las Chinas, del río Paine y del río Grey, principalmente. El río de Las Chinas nace en el extremo nororiental de la cuenca, cerca del límite internacional con Argentina, y luego de un curso sinuoso hacia el sur desemboca en la ribera oriental del lago Toro. El río de Las Chinas nace en el desagüe del lago Dickson, el que se abastece del ventisquero homónimo, y luego de caer y volver a emerger de los lagos Paine, Nordenskjöld y Pehoé, desemboca finalmente en el lago Del Toro. El río Grey nace en el desagüe del lago homónimo, el que se abastece del gran ventisquero Grey, y luego de un curso hacia el sureste se junta con el río Serrano. Finalmente, el río Serrano, que nace del desagüe del lago Del Toro, luego de recibir al río Grey, toma un curso hacia el suroeste, y desemboca en el Seno de Última Esperanza.

Para el análisis hidrológico se han utilizado dos grupos de estaciones fluviométricas, uno grupo nival y otro pluvial.

- Grupo1; Régimen Nival: Este grupo está compuesto por todas las estaciones fluviométricas de la cuenca, salvo las ubicadas en los ríos Don Guillermo y Chorrillos Tres Pasos.
- Grupo2; Régimen Pluvial: Este grupo está compuesto por dos estaciones fluviométricas, ubicadas en el río Don Guillermo y Chorrillo Tres Pasos, respectivamente.
- Grupo3; Régimen Glacial: Corresponde a los ríos cuyo régimen está marcando por el deshielo glacial, que ocurre en la época de verano donde se dan las crecidas más importantes.

Tabla 3.2: Grupo de Estaciones Fluviométricas

	Régimen	Nombre Estación
1	Nival	RÍO DE LAS CHINAS EN CERRO GUIDO
2		RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO
3		RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO
4		RÍO DE LAS CHINAS ANTES DESAGUE DEL TORO
5	Glacial	RÍO PAINE EN PARQUE NACIONAL 2
6		RÍO GREY ANTES JUNTA SERRANO
7		RÍO SERRANO EN DESAGUE LAGO DEL TORO
8		RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA
9	Pluvial	RÍO DON GUILLERMO EN CERRO CASTILLO
10		RÍO CHORRILLOS TRES PASOS RUTA N°9

Para poder completar y extender las estadísticas de las estaciones fluviométricas incompletas se utilizaron correlaciones lineales con la estación patrón más próxima, y que presentara un comportamiento hidrológico similar. Estas estaciones patrones corresponden a Las Chinas en cerro Guido, Serrano en desagüe lago Del Toro, Grey antes junta Serrano y Baguales en cerro Guido, las que han sido seleccionadas en base a su buena calidad y extensión de registros.

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

3.2 Usos del Agua

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

Las fuentes utilizadas en este capítulo corresponden a:

- 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. Pero se sabe que una parte importante de la acuicultura se desarrolla en los lagos.

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.

Existe actividad de pesca en Lago Toro, río Serrano, Chorrillos Tres Pasos, Baguales, Vizcachas y Las Cabras. El río Serrano es especialmente reconocido por la pesca con Mosca.

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.

Los principales cultivos de la cuenca son praderas naturales, avena y papas. El total de hectáreas hasta 1996 era de 1316 has. El período en que se ejerce demanda para riego va desde octubre a febrero [Ref. 3.1]. Para 1996 adelante, según informe DOH, XII, sobre proyectos de riego financiados por ley de fomento al riego en la cuenca se tienen el siguiente cuadro con áreas de riego:

Fuente de Agua	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2003	Total
Río Chorrillos Tres Pasos		20						20
Río Chorrillos Tres Pasos	17							17
Río Las Chinas			30,8					30,8
Baguales – de Las Chinas				272,5				272,5
Afluente de Las Chinas					125,714			140
Baguales – Las Vizcachas		300			64,2		40	404
	17	320	31	273	190	14	40	885

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.

Existen Captaciones para todas las instalaciones turísticas del parque: Hotel explora (río Paine), Hotel Altavista (río Serrano), Hostería Peroe (río Paine), 2 hosterías en sector río Serrano (río Serrano).

c) Generación de energía eléctrica, actividades industrial y minera

Hasta el año 1996, información más reciente disponible, no existían derechos de agua otorgados para estos usos en la cuenca del río Serrano.

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 Serrano existen dos sitios contemplados en el SNASPE:

- Parque Nacional Torres del Paine: Conjunto de lagos, lagunas, ríos y ventisqueros de variados matices, de azul turquesa en torno a un macizo en que emergen Torres de Granito y Cuernos del Paine, producidos por el desgaste glacial en un extenso paisaje de pampa. Formado por un impresionante macizo andino, rodeado de glaciares, saltos de agua, lagos y

lagunas. La conformación de los picachos del macizo impactan a todos quienes han tenido la oportunidad de conocerlo, dándole forma a la región desde principios de siglo.

- Parque Nacional Bernardo O'Higgins: Por su gran cantidad de canales y fiordos, constituye una de las áreas silvestres más importantes de la región. Destacan por su calidad paisajística los glaciares colgantes Serrano y Balmaceda. Este parque, protege un paisaje espectacular, remanente de la era glacial, el campo de hielo patagónico sur, una de las mayores reservas de agua dulce del planeta, formada hace 3,5 millones de años aproximadamente.

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-SER-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 3.3, la cual contiene el tipo de uso del agua por segmento.

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

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

Cauce	Código Segmento	Usos in situ		Extractivos					Biodiversidad*	Ancestrales
		Acuicultura	Pesca Deportiva Y Recreativa	Riego	Captación A.P.	Hidroelectricidad	Actividad Industrial	Actividad Minera		
Río Baguales	12283-BA-10		•							
	12283-BA-20			•						
Río Chorrillos Tres Pasos	12285-CO-10		•	•						
Río de Las Chinas	12283-CH-10		•	•					•	
	12284-CH-10		•	•					•	
	12286-CH-10		•	•						
Río Don Guillermo	12284-DG-10									
Río Grey	12287-GR-10								•	
Río Paine	12281-PA-10								•	
	12281-PA-20								•	
	12282-PA-10								•	
	12282-PA-20				•				•	
Río Serrano	12289-SE-10		•		•				•	
	12289-SE-20		•		•				•	
Río Vizcachas	12283-VI-10		•	•						

[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 Serrano, posee un total de 6 asentamientos humanos clasificados como *Aldeas o Caseríos* que no cuentan con sistema de alcantarillado ni agua potable. La cuenca no posee población urbana.

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 Serrano son las siguientes:

- a) Monitoreo de calidad de aguas de la DGA, período de registro desde 1987-2002.

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Serrano				
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río Serrano					
Antes Río Grey (*)	NO	17	8	1991	1
En Desagüe Lago del toro	SI	31	20	1990-2002	23
En Desembocadura	SI	31	20	1996-2002	11
Río Baguales					
En Cerro Guido	SI	31	20	1987-2002	31

REGISTRO DE PROGRAMA DE MONITOREO DGA					
Cuenca	Serrano				
Río Chorrillos Tres Pasos					
En Ruta N°9	SI	31	20	1990-2002	23
Río Grey					
Antes Río Serrano	SI	31	20	1990-2002	24
Cuerpos de Agua Monitoreados	Medición de Caudal	Nº Parámetros Medidos	Nº Parámetros Instructivo	Período de Registro	Nº Registros
Río de Las Chinas					
Antes Desagüe Lago del Toro (*)	SI	26	16	1990-1997	14
En Cerro Castillo (*)	SI	17	9	1990-1992	8
En Cerro Guido	NO	31	20	1994-2002	13
Río Paine					
En Estancia Río Paine	NO	31	20	1990-2002	24
Río Vizcachas					
En Cerro Guido	SI	31	20	1990-2002	23
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

(*) Estaciones de monitoreo suspendidas

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 Serrano, 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 Serrano 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 Serrano, 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

a) Subcuenca del Las Chinas

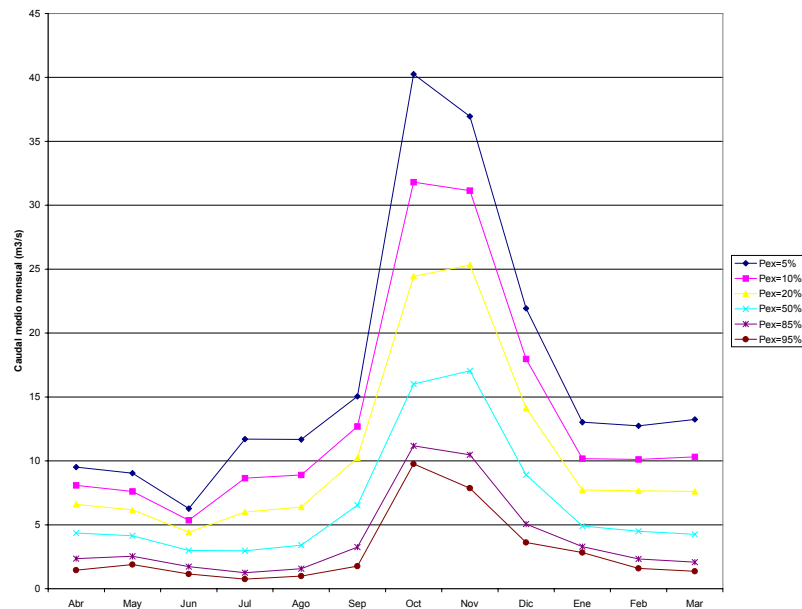
- Las Chinas en cerro Guido

Se ubica en el río de Las Chinas, antes de la junta del río Baguales, a 60 m s.n.m.

En la tabla 4.1 y en la 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 nival, con sus mayores caudales en primavera, producto de importantes deshielos de la nieve acumulada en la cuenca durante el invierno. En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre octubre y noviembre, mientras que en el resto del año los escurrimientos superficiales se mantienen relativamente constantes.

Tabla 4.1: Río de Las Chinas en cerro Guido (m³/s)¹

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	9.515	9.043	6.274	11.712	11.676	15.046	40.249	36.948	21.929	13.028	12.740	13.246
10	8.089	7.613	5.368	8.656	8.898	12.697	31.804	31.145	17.978	10.188	10.125	10.312
20	6.602	6.181	4.424	6.002	6.404	10.248	24.443	25.323	14.133	7.720	7.666	7.614
50	4.357	4.150	2.998	2.980	3.413	6.549	16.020	17.050	8.922	4.909	4.503	4.262
85	2.362	2.541	1.731	1.258	1.572	3.264	11.181	10.475	5.064	3.306	2.339	2.086
95	1.457	1.904	1.156	0.758	0.998	1.773	9.764	7.868	3.630	2.840	1.592	1.372
Dist	G	L2	G	L2	L2	G	L3	L2	L2	L3	L2	L2

**Figura 4.1: Curva de Variación Estacional Río de Las Chinas en cerro Guido**

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

- Río Baguales en cerro Guido

Esta estación se ubica en el río Baguales, aguas arriba de la junta del río Vizcachas, a 80 m s.n.m.

En la tabla 4.2 y figura 4.2 se observa que esta estación presenta un régimen bastante similar al de la estación de Las Chinas en cerro Guido, de marcado carácter nival, con los mayores caudales en primavera, producto de los deshielos.

En años húmedos y secos los mayores caudales provienen de los deshielos, ocurriendo entre octubre y diciembre. En el resto del año se observa que los escurrimientos superficiales se mantienen prácticamente constantes.

Tabla 4.2: Río Baguales en cerro Guido (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	3.040	2.183	2.911	3.739	4.072	4.666	11.731	16.899	9.428	4.443	3.671	3.346
10	2.654	2.036	2.576	3.330	3.377	3.951	9.981	13.887	7.691	3.633	2.963	2.859
20	2.253	1.867	2.221	2.894	2.693	3.207	8.207	10.948	6.007	2.846	2.271	2.351
50	1.646	1.572	1.673	2.214	1.746	2.082	5.646	6.950	3.737	1.785	1.330	1.584
85	1.107	1.256	1.181	1.591	1.024	1.083	3.561	3.971	2.069	1.005	0.628	0.902
95	0.862	1.092	0.962	1.310	0.749	0.630	2.717	2.858	1.454	0.717	0.366	0.593
Dist	G	G2	L2	L2	L2	G	L2	L2	L3	L2	L3	G

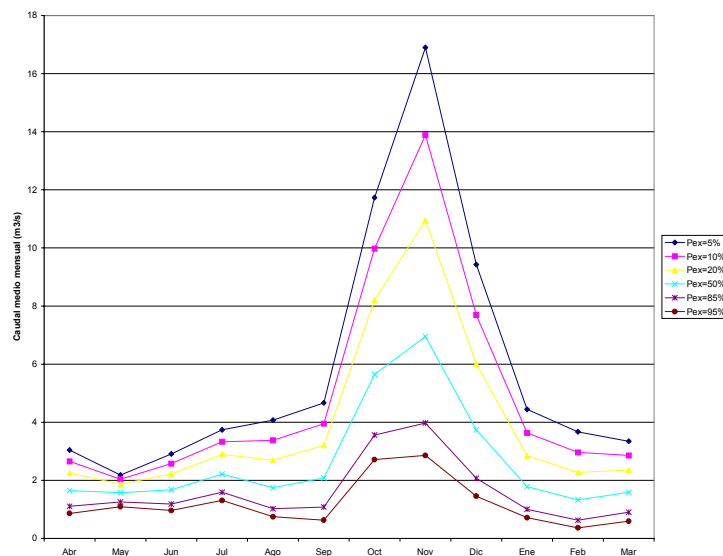


Figura 4.2: Curva de Variación Estacional Río Baguales en cerro Guido

- Río Vizcachas en cerro Guido

Esta estación se ubica en el río Vizcachas, antes de su junta con el río Baguales, a 80 m s.n.m.

En la tabla 4.3 y figura 4.3 es posible observar que esta estación presenta un régimen bastante similar al de las dos estaciones anteriores, mostrando un marcado carácter nival, con sus mayores caudales en primavera, producto de importantes deshielos.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre octubre y diciembre, mientras que en el resto del año éstos se mantienen sin grandes variaciones.

Tabla 4.3: Río Vizcachas en cerro Guido (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	6.652	4.711	4.505	6.613	7.656	9.494	19.868	23.629	22.274	7.655	6.241	6.080
10	5.100	4.066	4.031	5.949	6.350	7.117	16.823	20.448	16.137	6.450	5.061	5.034
20	3.794	3.402	3.523	5.195	5.063	5.171	13.753	17.040	11.114	5.241	3.927	4.005
50	2.378	2.419	2.723	3.924	3.284	3.149	9.356	11.674	5.892	3.525	2.418	2.588
85	1.628	1.589	1.983	2.666	1.927	2.144	5.822	6.705	3.296	2.163	1.330	1.511
95	1.425	1.242	1.646	2.074	1.409	1.888	4.406	4.441	2.635	1.623	0.936	1.101
Dist	L2	L2	L2	G2	L2	L3	L2	L3	L3	L2	L2	L2

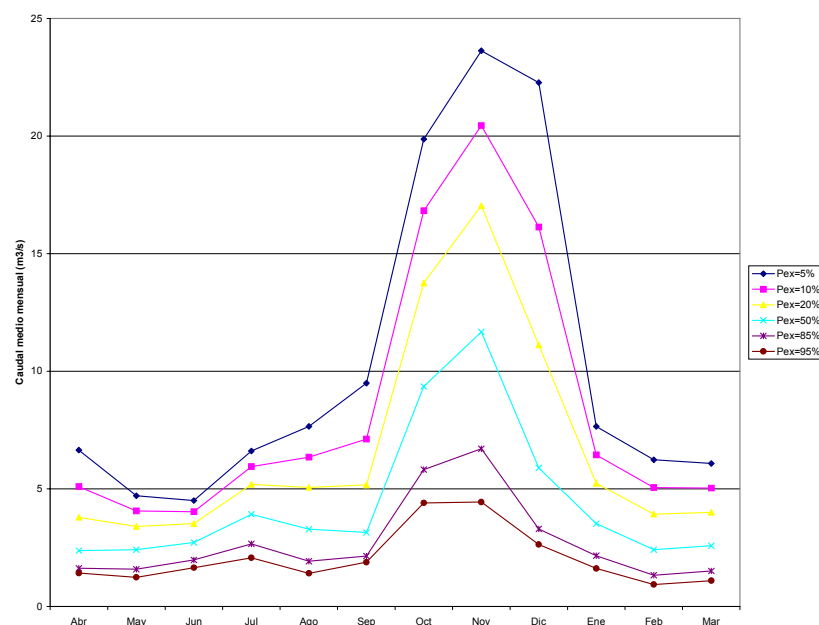


Figura 4.3: Curva de Variación Estacional Río Vizcachas en cerro Guido

- Río de Las Chinas antes desagüe Del Toro

Esta estación se ubica en el río de Las Chinas, antes de su desembocadura en el lago Del Toro.

En la tabla 4.4 y figura 4.4 se observa que esta estación presenta un carácter muy similar al de las estaciones anteriores, de marcado régimen nival. Los mayores caudales se observan en primavera, producto de los deshielos.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre octubre y noviembre, mientras que en el resto del año los escurrimientos superficiales se mantienen prácticamente constantes.

Tabla 4.4: Río de Las Chinas antes desagüe Del Toro (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	15.679	12.071	10.522	18.918	24.147	31.462	60.803	60.081	37.207	16.780	15.376	26.336
10	13.378	10.897	9.848	16.580	19.818	25.036	51.025	51.662	30.965	14.552	13.066	18.343
20	10.979	9.672	9.089	14.144	15.601	18.984	41.262	42.885	24.788	12.246	10.658	12.180
50	7.356	7.823	7.796	10.463	9.875	11.187	27.497	29.629	16.203	8.805	7.021	6.323
85	4.138	6.181	6.454	7.194	5.622	5.832	16.679	17.853	9.597	5.866	3.790	3.783
95	2.678	5.435	5.776	5.710	4.038	3.977	12.435	12.510	7.056	4.621	2.324	3.217
Dist	G	G	L2	G	L2	L2	L2	G	L2	L2	G	L3

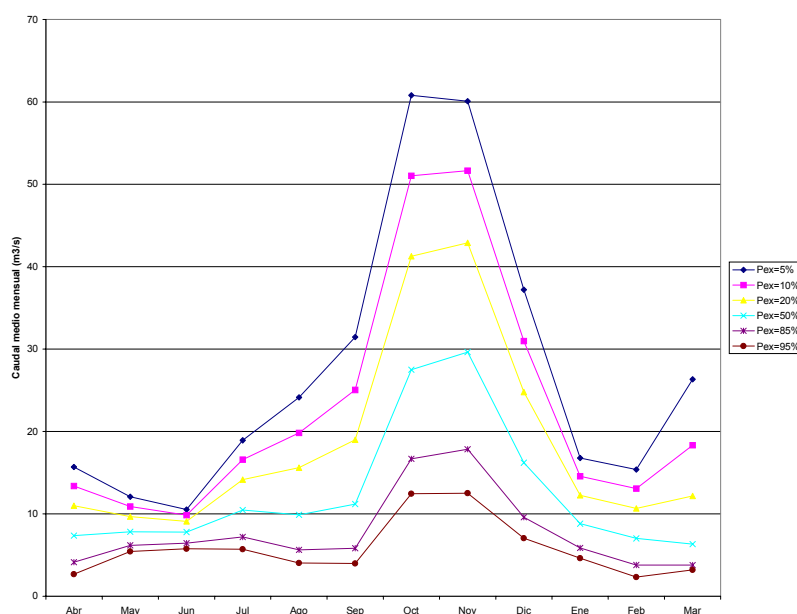


Figura 4.4: Curva de Variación Estacional Río de Las Chinas antes desagüe Del Toro

- Río Don Guillermo en cerro Castillo

Esta estación se ubica en el río Don Guillermo, afluente del río de Las Chinas, a 70 m s.n.m.

En la tabla 4.5 y en la figura 4.5 es posible observar el marcado régimen pluvio-nival que tiene esta estación, con caudales de importancia en los meses de invierno y primavera, producto de los aportes pluviales y de deshielos. Los mayores caudales se presentan en los meses de Julio a Octubre.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre julio y octubre mientras que en el resto del año se observan bajísimos escurrimientos superficiales.

Tabla 4.5: Río Don Guillermo en cerro Castillo (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0.078	0.653	1.110	6.372	5.288	4.739	3.682	0.526	0.360	0.055	0.036	0.049
10	0.062	0.431	0.745	3.953	3.154	3.355	2.696	0.416	0.204	0.043	0.032	0.040
20	0.047	0.261	0.460	2.217	1.715	2.208	1.848	0.309	0.104	0.032	0.028	0.031
50	0.027	0.100	0.183	0.734	0.593	0.992	0.898	0.167	0.033	0.018	0.021	0.019
85	0.014	0.031	0.059	0.188	0.235	0.370	0.369	0.063	0.014	0.009	0.014	0.010
95	0.010	0.015	0.030	0.085	0.176	0.208	0.219	0.026	0.011	0.006	0.010	0.007
Dist	L2	L2	L2	L2	L3	L2	L2	L3	L3	L2	L3	L2

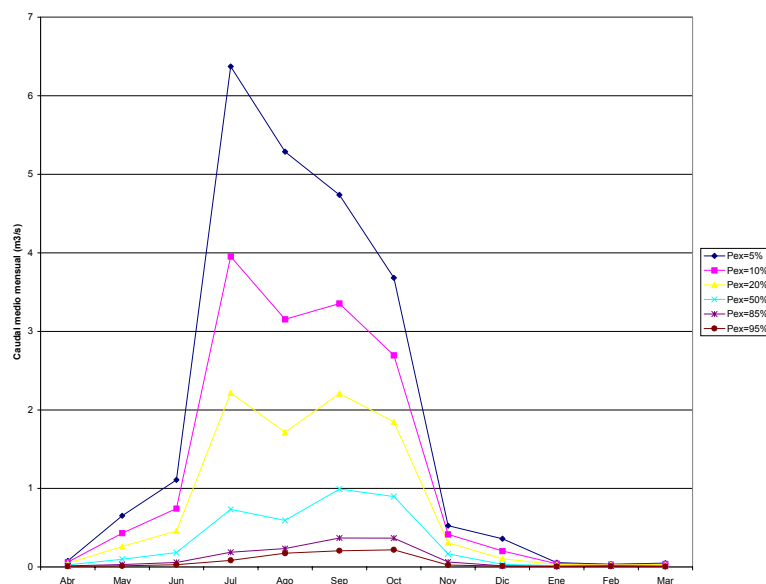


Figura 4.5: Curva de Variación Estacional Río Don Guillermo en cerro Castillo

- Río Chorrillos Tres Pasos ruta N° 9

Esta estación se ubica en el río Chorrillos Tres Pasos, afluente del lago Del Toro.

En la tabla 4.6 y en la figura 4.6 se puede observar el marcado régimen pluvio-nival, con los mayores caudales en invierno y primavera, producto de aportes pluviales y de deshielos de la nieve acumulada.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre junio y octubre, mientras que en el resto del año se observan escurrimientos superficiales muy bajos, con valores menores a 50 l/s.

Tabla 4.6: Río Chorrillos Tres Pasos ruta N° 9 (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	0.267	0.581	2.201	2.848	3.505	2.779	1.324	0.533	0.153	0.084	0.086	0.137
10	0.181	0.388	1.389	2.120	2.416	1.943	1.082	0.423	0.130	0.073	0.076	0.116
20	0.118	0.243	0.809	1.483	1.572	1.286	0.847	0.318	0.107	0.062	0.065	0.094
50	0.064	0.111	0.315	0.749	0.762	0.641	0.530	0.179	0.071	0.043	0.046	0.061
85	0.043	0.058	0.134	0.323	0.406	0.349	0.298	0.080	0.040	0.026	0.027	0.032
95	0.039	0.046	0.100	0.197	0.326	0.280	0.212	0.044	0.026	0.018	0.018	0.019
Dist	L3	L3	L3	L2	L3	L3	L2	L3	G	G2	L3	G

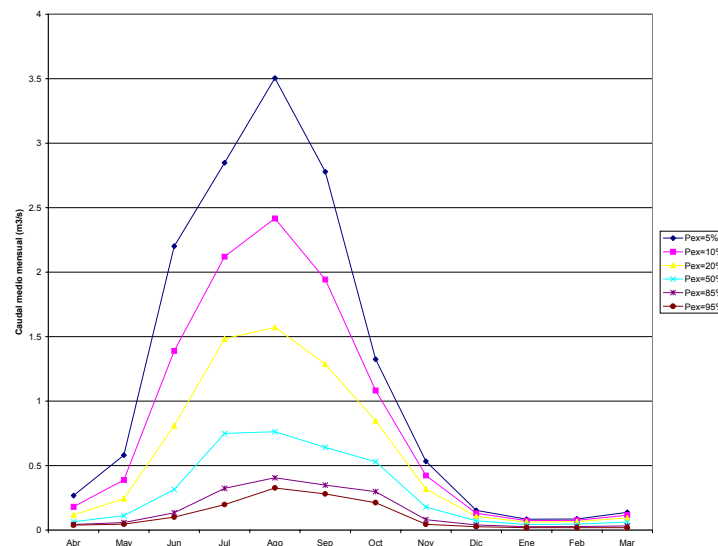


Figura 4.6: Curva de Variación Estacional Río Chorrillos Tres Pasos ruta N° 9

b) Subcuenca del Serrano y del Paine

- Río Paine en Parque Nacional 2

Esta estación se ubica en el río Paine, antes de su caída al lago Nordenskjöld.

En la tabla 4.7 y en la figura 4.7 es posible advertir el marcado régimen glacial del río en el tramo donde está la estación, con sus mayores caudales en meses de verano, producto de los deshielos de los ventisqueros ubicados en la parte alta de su hoya.

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

Tabla 4.7: Río Paine en Parque Nacional 2 (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	90.463	49.924	24.025	28.779	27.102	27.891	69.613	83.774	108.215	120.334	121.500	116.303
10	74.607	43.861	20.918	23.995	22.588	23.659	55.162	76.363	99.692	114.039	111.045	103.004
20	60.088	37.495	17.688	19.007	17.916	19.384	42.629	68.258	89.777	106.414	99.579	88.919
50	42.174	27.784	12.837	11.474	10.948	13.244	28.397	55.084	72.580	91.840	80.856	67.117
85	30.645	19.207	8.650	4.782	4.996	8.284	20.313	42.297	54.633	73.890	62.559	47.466
95	26.889	15.463	6.859	1.746	2.475	6.289	17.973	36.219	45.659	63.346	53.808	38.732
Dist	L3	L2	L2	G	L3	L2	L3	L2	G2	N	L2	L2

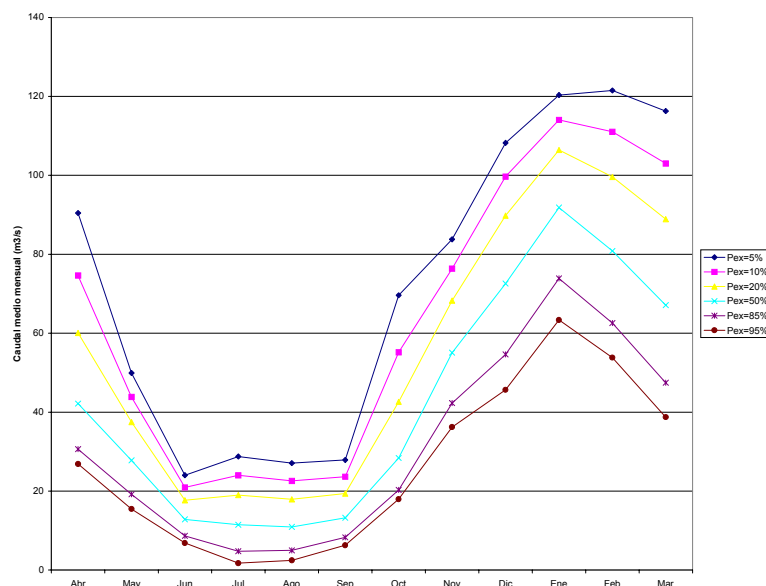


Figura 4.7: Curva de Variación Estacional Río Paine en Parque Nacional 2

- Río Grey antes junta Serrano

Esta estación se ubica en el río Grey, aguas arriba de su junta con el río Serrano, tal como lo indica su nombre.

En la tabla 4.8 y figura 4.8 se puede observar un claro régimen glacial, muy similar al de la estación anterior, con sus mayores caudales en verano y bajos escurrimientos en invierno.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre noviembre y abril, producto de importantes deshielos de los ventisqueros de cabecera, mientras que los menores escurrimientos se observan entre junio y septiembre.

Tabla 4.8: Río Grey antes junta Serrano (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	167.40	100.65	67.75	68.24	68.14	71.47	118.02	172.16	219.09	315.09	306.67	287.29
10	154.66	93.23	55.61	58.75	58.36	58.32	105.04	159.62	208.44	284.62	285.71	261.40
20	140.51	84.61	44.89	48.78	48.37	46.70	91.51	145.64	195.53	256.00	262.24	232.81
50	116.98	69.62	32.40	33.57	33.79	33.13	71.08	122.25	170.87	219.31	222.60	185.62
85	93.34	53.77	25.02	20.13	21.72	25.10	52.93	98.53	140.50	194.30	181.91	138.78
95	81.74	45.72	22.80	14.26	16.75	22.68	44.70	86.81	122.66	185.70	161.57	116.06
Dist	L2	G2	L3	L3	L2	L3	G	L2	N	L3	L2	L3

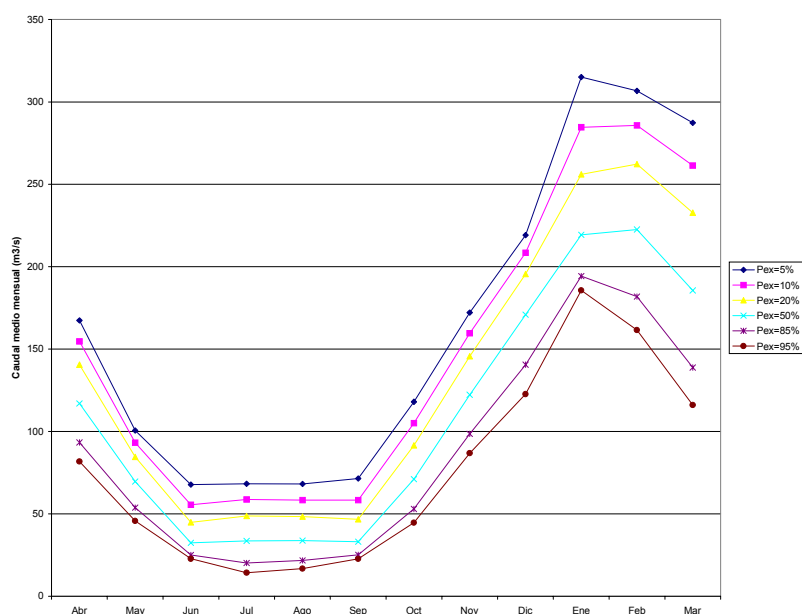


Figura 4.8: Curva de Variación Estacional Río Grey antes junta Serrano

- Río Serrano en desagüe lago Del Toro

Esta estación fluviométrica se ubica en el río Serrano, en el desagüe del lago Del Toro, tal como lo indica su nombre.

En la tabla 4.9 y en la figura 4.9 se observa que esta estación muestra un régimen pluvio-glacio-nival, con gran influencia de la regulación que ejerce el lago Toro, con sus mayores caudales en primavera y verano, producto de los deshielos provenientes de los aportes de las cuencas del río de Las Chinas y del río Paine.

En años húmedos y secos los mayores caudales se presentan entre noviembre y abril, mientras que los menores lo hacen entre junio y septiembre.

Tabla 4.9: Río Serrano en desagüe lago Del Toro (m³/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	134.46	89.94	60.76	70.20	84.26	80.22	98.69	155.39	178.07	151.76	134.74	151.53
10	116.43	82.29	54.87	58.62	71.22	68.56	89.13	132.98	151.25	140.14	127.98	140.21
20	99.91	74.31	48.73	47.12	57.62	56.68	79.17	112.75	127.10	128.46	120.94	127.62
50	79.51	62.26	39.46	31.04	37.08	39.40	64.13	88.34	98.07	111.83	110.30	106.60
85	66.37	51.56	31.22	18.56	18.84	25.17	50.76	73.14	80.10	98.55	100.86	85.42
95	62.09	46.70	27.48	13.72	10.56	19.35	44.70	68.34	74.46	93.27	96.57	75.00
Dist	L2	G	G	L2	G	L2	L3	L3	L3	L3	G	L2

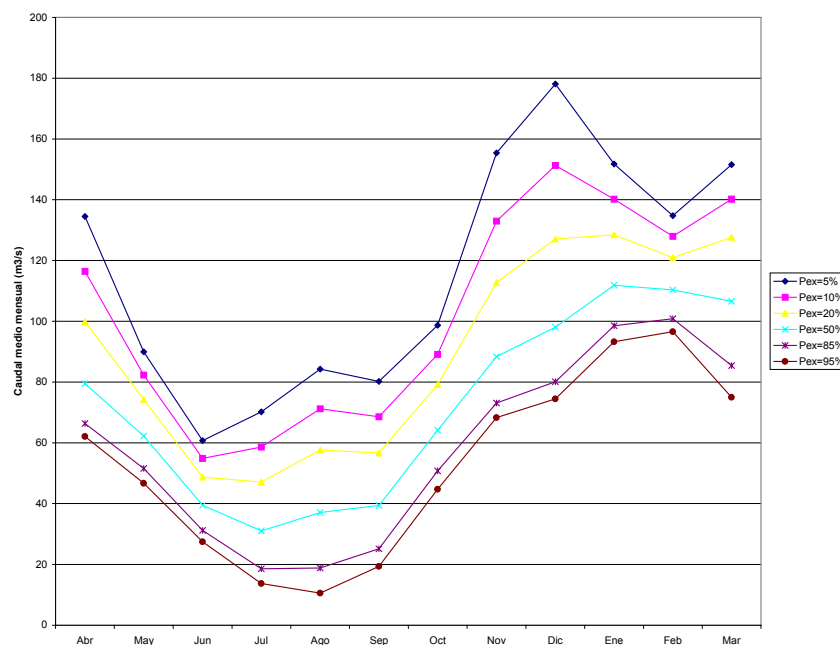


Figura 4.9: Curva de Variación Estacional Río Serrano en desagüe lago Del Toro

- Río Serrano en desembocadura

Esta estación se ubica en el río Serrano, poco antes de su desembocadura en es Seno de Última Esperanza.

En la tabla 4.10 y en la figura 4.10 se observa que esta estación muestra un marcado régimen glacio-nival, con los mayores caudales en los meses de verano, producto de los deshielos, aportados por los ríos Grey, Tindall y Geike.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre diciembre y abril, mientras que los menores lo hacen entre junio y septiembre.

Tabla 4.10: Río Serrano en desembocadura (m^3/s)

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	613.99	430.92	234.12	277.77	234.94	206.20	307.83	510.03	695.12	832.19	839.33	674.64
10	561.84	375.23	197.71	228.56	202.92	184.46	283.94	474.27	656.11	782.00	762.49	627.51
20	507.48	307.78	161.10	180.47	169.92	161.80	259.04	434.31	611.22	725.24	688.39	579.46
50	425.37	178.87	108.92	114.91	121.05	127.57	221.42	367.05	532.15	627.97	589.38	509.51
85	352.42	134.78	67.26	65.90	79.71	97.16	188.01	298.34	445.77	525.90	517.56	451.84
95	319.33	98.14	50.68	47.53	62.37	83.37	172.85	264.15	400.12	473.86	491.39	428.19
Dist	G	L3	L2	L2	L2	G	G	L2	L3	L2	L3	L3

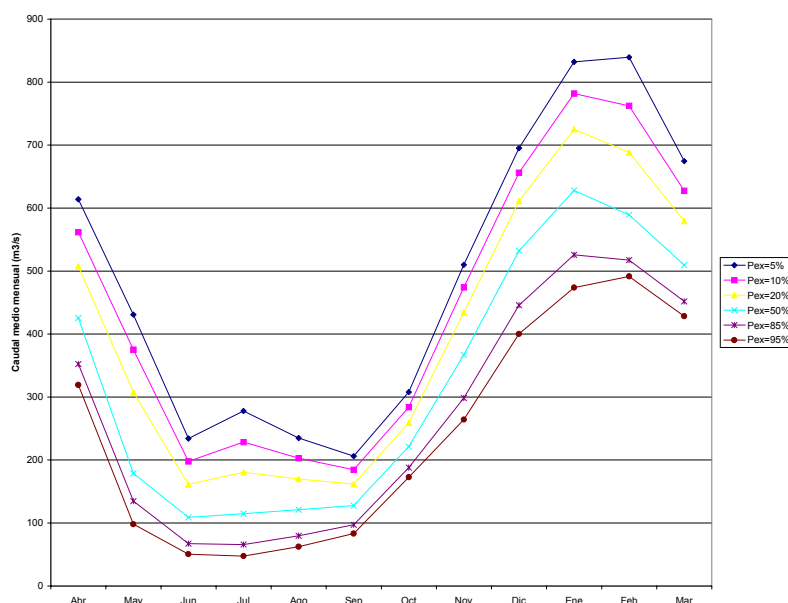


Figura 4.10: Curva de Variación Estacional Río Serrano en desembocadura

4.1.2 Conclusiones

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

a) Subcuenca del Las Chinas

Corresponde a la hoya hidrográfica del río de Las Chinas, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el lago Del Toro, incluyendo a sus principales afluentes: río Baguales y Vizcachas. En esta subcuenca se observa un marcado régimen nival, con sus mayores caudales en primavera, producto de importantes deshielos de la nieve acumulada en la subcuenca.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre octubre y diciembre, mientras que el resto del año muestra escurrimientos bastante uniformes, sin variaciones de consideración.

El período de menores caudales se extiende desde enero a septiembre.

b) Subcuenca del Don Guillermo y del Chorrillos Tres Pasos

Corresponde a las hoyas hidrográficas de los ríos Don Guillermo y Chorrillos Tres Pasos, el primero afluente del río de Las Chinas, y el segundo afluente del lago Del Toro. Ambos ríos muestran marcados regímenes pluvionivales, con sus mayores caudales en los meses de invierno y primavera, producto de las lluvias y deshielos, y escurrimientos muy bajos durante el resto del año.

En años húmedos y secos los mayores caudales ocurren entre junio y octubre, mientras que en el resto del año se observan severos estiajes.

El período de menores caudales se presenta entre noviembre y mayo.

c) Subcuenca del Serrano y del Paine

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Serrano, incluyendo a su principal afluente, el río Grey, y a la hoya del río Paine, afluente del lago Del Toro. Ambas subcuencas muestran marcados regímenes glaciales, con los mayores caudales en verano, producto de los

deshielos de los ventisqueros ubicados en la parte alta de ambas subcuencas. Los menores caudales se presentan en invierno.

En años húmedos y secos los mayores caudales se observan entre noviembre y abril, mientras que los menores lo hacen entre junio y septiembre.

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

Tabla 4.11: Períodos de Estiaje para Subcuencas de la Cuenca del río Serrano

Nº	Subcuenca	Período Estiaje
1	De Las Chinas	Enero a Septiembre
2	Don Guillermo y Chorrillos Tres Pasos	Noviembre a Mayo
3	Serrano y Paine	Junio a Septiembre

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 4.12 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 4.12: Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Serrano

PARÁMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
FISICO-QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	9.0	301.8	<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	6.9	18.2	>7.5	Obligatorio
pH	unidad	6.4	9.5	6.5 - 8.5	Obligatorio
RAS	-	0.1	0.9	<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	1.4	12.7	<80	No
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	<0.8	No
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	<0.05	No
Sulfato	mg/L	0.4	46.5	<120	No
Sulfuro	mg/L	s/i	s/i	<0.04	No

Tabla 4.12 (Continuación): Selección y Rango de los Parámetros de Calidad en la Cuenca del Río Serrano

PARÁMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCIÓN
ORGANICOS		s/i	s/i		No
ORGANICOS PLAGUICIDAS		s/i	s/i		No
METALES ESENCIALES					
Boro	mg/l	0.01	<1.00	<0.4	No
Cobre	µg/L	1	80	<7.2	Si
Cromo total	µg/L	<10	80	<8	Si
Hierro	mg/L	0.01	19.4	<0.8	Si
Manganeso	mg/L	<0.01	0.41	<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	0.001	0.08	<0.096	No
METALES NO ESENCIALES					
Aluminio	mg/L	0.01	7.00	<0.07	Si
Arsénico	mg/L	<0.001	0.017	<0.04	No
Cadmio	µg/L	1	<10	<1.8	No
Estaño	µg/L	s/i	s/i	<4	No
Mercurio	µg/L	<1	<1	<0.04	No
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.002	No
MICROBIOLOGICOS					
Coniformes Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	s/i	s/i	<200	No

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

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

- Parámetros Principales
 - Cobre
 - Cromo_{total}
 - 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
- Estaño
- Coliformes Totales

Los parámetros cuyo valor máximo registrado en la BDD no exceden el límite de la clase 0 se consideran que siempre pertenecen a dicha clase. Estos parámetros son: RAS, cloruro, sulfato, 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 Serrano: 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 4.13.

Tabla 4.13: Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
Conductividad Eléctrica:	
<u>Río Serrano</u> :	En la estación río Serrano en desagüe Lago del Toro en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento levemente decreciente, con una tendencia central en un valor aproximado a 80 $\mu\text{S/cm}$. En la estación Desembocadura en una serie de tiempo de cinco años se observa, al igual que en la anterior, un comportamiento constante en un valor con una tendencia central plana en un valor de 50 $\mu\text{S/cm}$.
<u>Río Baguales</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de quince años se observa un comportamiento constante en un valor. Con una tendencia central plana en 200 $\mu\text{S/cm}$.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos</u> :	En la estación Tres Pasos en Ruta N° 9, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento constante en un valor con una tendencia central plana en 230 $\mu\text{S/cm}$.
<u>Río Grey</u> :	En la estación antes del río Serrano, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento constante en un valor. Con una tendencia central plana en 50 $\mu\text{S/cm}$, sin embargo en el último año de registro se observa un aumento de la conductividad.
<u>Río de Las Chinas</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila alrededor de un rango a lo largo de toda la serie, con una tendencia central plana en un valor de 150 $\mu\text{S/cm}$.
<u>Río Paine</u> :	En la estación Estancia Paine, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento constante en un valor a lo largo de toda la serie, con una tendencia central plana en un valor de 50 $\mu\text{S/cm}$.
<u>Río Vizcachas</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de doce años, se observan dos comportamientos el primero desde 1990 hasta 1992, que incrementa el valor en 100 $\mu\text{S/cm}$, y el segundo se mantiene constante en un valor a lo largo del resto de la serie, con una tendencia central plana en 200 $\mu\text{S/cm}$.
Oxígeno Disuelto:	
<u>Río Serrano</u> :	En la estación Desagüe Lago Toro, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango de 1,0 mg/L, la tendencia central es plana en un valor aproximado de 11,5 mg/L. En la estación Desembocadura, el comportamiento es similar al anterior oscilando en un valor que oscila en un rango de 2 mg/L durante toda la serie de tiempo con una tendencia central plana de 13 mg/L.
<u>Río Baguales</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de quince años, se observa dos comportamientos, el primero desde 1987 hasta 1994, con un valor constante (aprox. 13,8 mg/L) y el segundo a partir de 1997 hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, decrece uniformemente en 1,0 mg/L hasta aprox. 12,5 mg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos</u> :	En la estación Tres pasos en ruta N° 9, el comportamiento es constante oscilando alrededor de un valor, con una tendencia central plana en un valor cercano a 12 mg/L.

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
<u>Río Grey:</u>	En la estación antes de río Serrano, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango de 2,0 mg/l, con una tendencia central plana de 13,0 mg/L.
<u>Río de Las Chinas:</u>	En la estación en Cerro Guido en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor, con una tendencia central plana de 11,0 mg/L.
<u>Río Paine:</u>	En la estación río Paine en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor, con una tendencia central plana de 14,0 mg/L.
<u>Río Vizcachas:</u>	En la estación en Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento constante en un valor con una tendencia central plana de 11,0 mg/L.
pH:	
<u>Río Serrano:</u>	En la estación Desagüe del Lago Toro, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero desde 1990 hasta 1993, con una tendencia a aumentar en un rango de 0,2 unidades y el segundo permanece constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo, la tendencia central es plana de 7,4 unidades. En la estación Desembocadura, el comportamiento es disímil, con un valor creciente hasta 1998, luego decrece y permanece constante hasta el término de la serie de tiempo de cinco años. Con una tendencia central plana de 7,5.
<u>Río Baguales:</u>	En la estación Cerro Guido, desde 1989 hasta el año 2002 el comportamiento se mantienen constante en un valor que oscila en un rango de 0,1 unidades, con una tendencia central plana de 7,8.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos:</u>	En la estación tres pasos, en la serie de tiempo que va desde el año 1993 hasta 2002, el comportamiento es constante en un valor con una tendencia central plana de 7,9.
<u>Río Grey:</u>	En la estación antes río Serrano, en una serie de tiempo de diez años, se observa dos comportamientos, el primero desde 1990 hasta 1992 disímil y el segundo permanece constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, la tendencia central es plana de 7,4.
<u>Río de Las Chinas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento que incrementa en 0,2 unidades a lo largo de la serie de tiempo y levemente oscilante hasta un valor de aprox. 7,7.
<u>Río Paine:</u>	En una serie de tiempo de doce años, en la estación Estancia Paine; el comportamiento desde 1990 hasta 1993 oscila en un rango de 0.2 unidades y luego permanece constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, con una tendencia central plana de 7,4.
<u>Río Vizcachas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento oscilante en un rango aproximado de 0,2 unidades, la tendencia central es plana en un valor de 7,7.

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
Cobre:	
<u>Río Serrano</u>: En la estación Desagüe Lago del Toro, en una serie de tiempo de doce años, se observa un comportamiento disímil hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002. En la estación Desembocadura el comportamiento es constante con una tendencia central plana de 8 µg/l.	
<u>Río Baguales</u>: En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de quince años, se observan dos comportamientos el primero desde 1987 a 1990 que incrementa el valor en un rango de 12 µg/l aproximadamente, y el segundo que permanece constante, hasta el término de la serie de tiempo, en un valor que varía en un rango de 5 µg/l. Con una tendencia central plana de 18 µg/l.	
<u>Río Chorrillos Tres Pasos</u>: En la estación Tres Pasos, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero desde 1990 hasta 1994 disímil y el segundo que permanece constante en un valor, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, la tendencia central es plana en un valor de 13 µg/l.	
<u>Río Grey</u>: En la estación antes río Serrano, en una serie de tiempo de diez años, se observan dos comportamientos el primero desde 1990 hasta 1997 disímil y el segundo permanece constante en un valor, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, la tendencia central es plana en un valor de 13 µg/l.	
<u>Río de Las Chinas</u>: En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento que incrementa el valor en un rango de 5,0 µg/l hasta llegar a aprox. 15 µg/l. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.	
<u>Río Paine</u>: En la estación río Paine, en una serie de tiempo de doce años, se observan tres comportamientos el primero, desde 1990 hasta 1992, constante en un valor, el segundo hasta 1994, que presenta un incremento de 5,0 µg/l y el último permanece constante en un valor, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, la tendencia central es plana, desde 1996 en adelante, en un valor de 13 µg/l.	
<u>Río Vizcachas</u>: En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observan dos comportamientos el primero, desde 1990 hasta 1993, disímil y el segundo permanece constante en un valor, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, la tendencia central es plana en un valor de 17 µg/l.	
Cromo Total:	
<u>Río Serrano</u>: En la estación Desagüe Lago del Toro, en una serie de tiempo de quince años, se observa un comportamiento, desde 1996 hasta 2001, que decrece en 15 µg/l a lo largo de toda la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Desembocadura, se observa el mismo comportamiento disminuyendo en 40 µg/l a lo largo de la serie de tiempo.	
<u>Río Baguales</u>: En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de quince años, se observan dos comportamientos el primero, desde 1987 hasta 1991, que crece en un rango de 10 µg/l y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, permanece constante en un valor. Con una tendencia central plana, desde el segundo período, en un valor de 20 µg/l.	

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
<u>Río Chorrillos Tres Pasos:</u>	En la estación Tres Pasos, en una serie de tiempo de cinco años, se observan dos comportamientos el primero, desde 1996 hasta 1998, presenta una tendencia del valor a decrecer en 25 µg/l aproximadamente y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, permanece constante con una tendencia central plana desde el segundo período, en un valor de 20 µg/l.
<u>Río Grey:</u>	En la estación antes de río Serrano, en una serie de tiempo de cinco años, se observan dos comportamientos el primero, desde 1997 hasta 1998, que presenta una tendencia a aumentar en 20 µg/l aproximadamente y el segundo hasta el termino de la serie de tiempo en el año 2002, decrece en 15 µg/l. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río de Las Chinas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento, que va desde 1997 hasta 2002, que presenta una disminución del valor en un rango aproximado de 15 µg/l. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Paine:</u>	En la estación Estancia río Paine, en una serie de tiempo de cinco años se observa dos comportamientos, el primero en 1997, que presenta un incremento de aproximadamente de 20 µg/l y el segundo hasta el termino de la serie de tiempo con una disminución de 15 µg/l . La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Vizcachas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento, desde 1996 hasta 2001, que presenta una disminución en aproximadamente 45 µg/l. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
Hierro:	
<u>Río Serrano:</u>	En la estación Desagüe Lago del Toro, en una serie de tiempo de ocho años, se observa un comportamiento disímil, manteniéndose constante en un valor entre 1997-2001 y aumentando al final de la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos. En la estación Desembocadura se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango de 0,5 mg/l a lo largo de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,8 mg/l.
<u>Río Baguales:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de ocho años, se observa un comportamiento creciente hasta aprox. 2,4 mg/L (1997) pero luego decreciente hasta aprox. 1,8 mg/L.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos:</u>	En la estación Tres Pasos, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero, entre 1990 a 1991, presenta una disminución aproximada de 0,5 mg/l y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, permanece constante en un valor con una tendencia central plana de 0,5 mg/l.
<u>Río Grey:</u>	En la estación antes río Serrano, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero, entre 1990 y 1992 creciente hasta aprox. 2,3 mg/L y el segundo, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, decreciente hasta un valor de aprox. 1,3 mg/L.

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
<u>Río de Las Chinas</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento, desde 1994 hasta 2002, que presenta una disminución de 4,0 mg/L aproximado. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Paine</u> :	En la estación Estancia río Paine, en una serie de tiempo de doce años, se observa comportamientos disímiles, el primero entre los años 1990 a 1994, luego permanece constante en un valor hasta el año 2000 para incrementar fuertemente en los últimos años hasta un valor de 2,0 mg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Vizcachas</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de doce años, se observa dos comportamientos el primero, desde 1990 hasta 1992, que presenta una disminución de 4,0 mg/L aproximadamente y luego permanece constante en un valor hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 2,0 mg/L.
Manganeso:	
<u>Río Serrano</u> :	En la estación Desagüe Lago del Toro, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento disímil entre 1996-1997, y luego permanece constante en un valor que oscila en un rango de 0,01 mg/L hasta el termino de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,025 mg/L. En la estación Desembocadura, se observa igualmente un comportamiento disímil entre los años 1996-1997 y luego permanece constante en un valor que oscila en un rango de 0,02 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor aproximado de 0,06 mg/L.
<u>Río Baguales</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento disímil en un valor que oscila en un rango de 0,04 mg/L, la tendencia es a disminuir a lo largo de toda la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos</u> :	En la estación Tres Pasos, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango aproximado de 0.01 mg/L hasta el término de la serie de tiempo en el año 2001, con una tendencia central plana en un valor de 0.02 mg/L.
<u>Río Grey</u> :	En la estación antes río Serrano, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango aproximado de 0,01 mg/L, hasta el término de la serie de tiempo en el año 2002, con una tendencia central plana en un valor de 0,03 mg/L.
<u>Río de Las Chinas</u> :	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de seis años, se observa dos comportamientos, desde 1996 hasta 1997 el primero, que presenta una disminución de 0,35 mg/L aproximadamente y luego permanece constante en un valor que oscila en un rango de 0,05 mg/L hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,10 mg/L.
<u>Río Paine</u> :	En la estación Estancia río Paine, en una serie de tiempo de seis años, entre 1996-2001, se observa comportamientos disímiles. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.

Tabla 4.13 (Continuación): Tendencia Central de Parámetros de Calidad de Agua

CUENCA RIO SERRANO	
<u>Río Vizcachas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de seis años, se observa un comportamiento constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,05 mg/L.
Aluminio:	
<u>Río Serrano:</u>	En la estación Desagüe Lago del Toro y Desembocadura, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento disímil que va incrementando a lo largo de la serie de tiempo en 0,18 mg/L y 0,7 mg/L respectivamente. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Baguales:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, se observa un comportamiento que tiende a disminuir a lo largo de la serie de tiempo en 0,4 mg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Chorrillos Tres Pasos:</u>	En la estación Tres Pasos, en una serie de tiempo de cinco años entre 1997-2001, se observa un comportamiento creciente en un rango de 0,13 mg/L a lo largo de toda la serie de tiempo. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Grey:</u>	En la estación antes río Serrano, en una serie de tiempo de cinco años entre 1997-2001, se observa un comportamiento constante en un valor que oscila en un rango 0,2 mg/L aproximado, a lo largo de toda la serie de tiempo, con una tendencia central plana en un valor de 0,6 mg/L.
<u>Río de Las Chinas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años, entre 1997-2001, se observa dos comportamientos el primero, hasta 1999, que decrece en un rango de 1,0 mg/L y luego permanece constante en un valor hasta el término de la serie de tiempo, con una tendencia central plana de 0,6 mg/L.
<u>Río Paine:</u>	En la estación Estancia río Paine, en una serie de tiempo de cinco años, entre 1997-2001, se observa un comportamiento creciente en un rango de 1,4 mg/L. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.
<u>Río Vizcachas:</u>	En la estación Cerro Guido, en una serie de tiempo de cinco años 1997-2001, se observan comportamientos disímiles. La identificación de la relación causa efecto que podría explicar este comportamiento debe ser analizado por estudios específicos.

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 Tres Pasos (o Chorrillos) en desembocadura, Baguales en Cerro Guido y una toma independiente del río de Las Chinas en Cerro Castillo.

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 4.14: Programa de Muestreo Puntual CADE-IDEPE

Segmento	Puntos de muestreo	Situación	Parámetros a medir en todos los puntos
12283BA10	Río Baguales en Cerro Guido	Est. DGA vigente	DBO ₅ , color aparente, SD, SST, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT
12284CH10	Río de Las Chinas en Cerro Castillo	Est. DGA suspendida	
12285TP10	Río Tres Pasos en Desembocadura	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)))

En el caso de la cuenca del río Serrano 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 Serrano, 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 4.15 se presentan los valores característicos por período estacional de los parámetros seleccionados en la cuenca del río Serrano, incluyendo la clase correspondiente para cada uno de ellos de acuerdo al Instructivo.

Tabla 4.15: Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Serrano
Información DGA

ESTACIÓN DE MUESTREO	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	(209,7)	0	((260,0))	0	(155,8)	0	234,7	0
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	(232,2)	0	((300,0))	0	(155,0)	0	(217,7)	0
RÍO GREY ANTES RÍO SERRANO	(55,7)	0	((33,0))	0	(64,8)	0	(67,6)	0
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((189,3))	0			((148,5))	0	(153,3)	0
RÍO PAINE EN ESTANCIA RÍO PAINE (en parque nac)	(46,4)	0	((45,5))	0	(53,8)	0	(40,8)	0
RÍO SERRANO EN DESAGÜE LAGO DEL TORO	(73,6)	0	((85,5))	0	(103,8)	0	(72,9)	0
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((64,4))	0			((52,5))	0	(44,8)	0
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	(226,0)	0	((220,0))	0	(158,7)	0	(200,1)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Oxígeno Disuelto (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	((15,3))	0	((10,5))	0	((12,5))	0	(11,4)	0
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	((13,9))	0			((10,9))	0	(11,1)	0
RÍO GREY ANTES RÍO SERRANO	((13,3))	0			((12,7))	0	(13,0)	0
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((13,6))	0			((11,9))	0	(10,9)	0
RÍO PAINE EN ESTANCIA RÍO PAINE (en parque nac)	((15,1))	0			((13,3))	0	(13,9)	0
RÍO SERRANO EN DESAGÜE LAGO DEL TORO	((15,4))	0			((11,9))	0	(10,3)	0
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((15,3))	0					(11,9)	0
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	((12,8))	0			((10,8))	0	(10,9)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	pH							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	(8,0)	0	((7,7))	0	(7,6)	0	(7,9)	0
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	(7,7)	0	((7,8))	0	(8,0)	0	(8,0)	0
RÍO GREY ANTES RÍO SERRANO	(7,3)	0	((7,9))	0	(7,6)	0	(7,2)	0
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((7,5))	0			((7,7))	0	(7,8)	0
RÍO PAINE EN ESTANCIA RÍO PAINE (en parque nac)	(7,3)	0	((7,7))	0	(7,2)	0	(7,4)	0
RÍO SERRANO EN DESAGÜE LAGO DEL TORO	(7,3)	0	((7,3))	0	(7,4)	0	(7,4)	0
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((7,3))	0			((7,5))	0	(7,5)	0
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	(7,6)	0	((7,8))	0	(7,5)	0	(8,1)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cobre ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	(20)	2	((<10))	<2	(16)	2	19	2
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	(15)	2	((<10))	<2	(11)	2	(11)	2
RÍO GREY ANTES RÍO SERRANO	(<10)	<2	((35))	2	(<10)	<2	(13)	2
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((<10))	<2			((8))	1	(20)	2
RÍO PAINE EN ESTANCIA RÍO PAINE (en parque nac)	(<10)	<2	((25))	2	(9)	2	(13)	2
RÍO SERRANO EN DESAGÜE LAGO DEL TORO	(14)	2	((30))	2	(12)	2	(18)	2
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((9))	1			((7))	1	((9))	2
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	(17)	2	((<10))	<2	(12)	2	(18)	2

ESTACIÓN DE MUESTREO	Cromo ($\mu\text{g/l}$)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RÍO BAGUALES EN CERRO GUIDO	((20))	2			((30))	2	(13)	2
RÍO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	((17))	2			((37))	2	(<10)	<1
RÍO GREY ANTES RÍO SERRANO	((17))	2			((30))	2	(<10)	2
RÍO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((20))	2			((25))	2	(22)	2
RÍO PAINE EN ESTANCIA RÍO PAINE (en parque nac)	((17))	2			((30))	2	(<10)	<1
RÍO SERRANO EN DESAGÜE LAGO DEL TORO	((23))	2			((23))	2	(<10)	<1
RÍO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((17))	2			((50))	2	(<10)	<1
RÍO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	((27))	2			((43))	2	(<10)	<1

Tabla 4.15 (Continuación): Calidad de Agua por Períodos Estacionales en la Cuenca del Río Serrano. Información DGA

ESTACIÓN DE MUESTREO	Hierro (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO	80,57	0	((0,30))	0	4,69	2	0,53	0
RIO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	(0,55)	0	((0,41))	0	(0,55)	0	(0,54)	0
RIO GREY ANTES RIO SERRANO	(1,57)	2	((1,43))	2	(1,66)	2	(0,83)	1
RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((0,23))	0			((10,31))	3	(0,99)	1
RIO PAINE EN ESTANCIA RIO PAINE (en parque nac)	(1,03)	2	((1,77))	2	(2,82)	2	(1,93)	2
RIO SERRANO EN DESAGUE LAGO DEL TORO	(0,11)	0	((0,08))	0	(0,20)	0	(0,08)	0
RIO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((0,59))	0			((0,60))	0	(1,01)	2
RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	(1,4)	2	((0,4))	0	(4,4)	2	(0,6)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Manganeso (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO	((0,02))	0			((0,09))	2	(0,04)	1
RIO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	((0,03))	0			((0,02))	0	((<0,01))	0
RIO GREY ANTES RIO SERRANO	((0,04))	1			((0,03))	0	(0,02)	0
RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((<0,01))	0			((0,20))	3	((0,06))	2
RIO PAINE EN ESTANCIA RIO PAINE (en parque nac)	((0,03))	0			((0,12))	2	(0,08)	2
RIO SERRANO EN DESAGUE LAGO DEL TORO	((0,03))	0			((<0,01))	0	(0,03)	0
RIO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((0,04))	1			((0,05))	1	(0,07)	2
RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	((<0,01))	0			((0,13))	2	(0,03)	0

ESTACIÓN DE MUESTREO	Aluminio (mg/l)							
	Invierno		Otoño		Primavera		Verano	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
RIO BAGUALES EN CERRO GUIDO	((0,40))	2			((1,75))	3	((1,11))	3
RIO CHORRILLOS TRES PASOS EN RUTA N°9	((0,13))	2			((0,25))	2	((0,28))	2
RIO GREY ANTES RIO SERRANO	((0,75))	2			((1,05))	3	(0,39)	2
RIO LAS CHINAS EN CERRO GUIDO	((0,23))	2			((2,00))	3	((0,06))	0
RIO PAINE EN ESTANCIA RIO PAINE (en parque nac)	((0,70))	2			((3,75))	3	(1,71)	3
RIO SERRANO EN DESAGUE LAGO DEL TORO	((0,10))	2			((0,40))	2	((0,13))	2
RIO SERRANO EN DESEMBOCADURA	((0,67))	2			((0,30))	2	(0,86)	2
RIO VIZCACHAS EN CERRO GUIDO	((0,13))	2			((3,45))	3	(0,72)	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 Serrano.

Tabla 4.16: Calidad de Agua Cuenca del Río Serrano Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003

Punto de Muestreo	DBO ₅ (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	14	3
Río Baguales en Cerro Guido	8	2
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	9	2

**Tabla 4.16 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Serrano
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Color Aparente (Pt-Co)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	80	2
Río Baguales en Cerro Guido	100	2
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	450	3

Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	123	0
Río Baguales en Cerro Guido	142	0
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	117	0

Punto de Muestreo	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	14	0
Río Baguales en Cerro Guido	47	2
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	1274	4

Punto de Muestreo	Amonio (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	<0,05	0
Río Baguales en Cerro Guido	<0,05	0
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	<0,05	0

Punto de Muestreo	Cianuro (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	<5	<1
Río Baguales en Cerro Guido	<5	<1
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	<5	<1

Punto de Muestreo	Fluoruro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	<0,1	0
Río Baguales en Cerro Guido	<0,1	0
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	<0,25	0

Punto de Muestreo	Nitrito (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	<0,05	0
Río Baguales en Cerro Guido	<0,05	0
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	<0,05	0

**Tabla 4.16 (Continuación): Calidad de Agua Cuenca del Río Serrano
Muestreo Puntual CADE-IDEPE primavera 2003**

Punto de Muestreo	Sulfuro (mg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	<0,5	-
Río Baguales en Cerro Guido	<0,5	-
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	<0,5	-

Punto de Muestreo	Estaño (µg/L)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	190	4
Río Baguales en Cerro Guido	650	4
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	5160	4

Punto de Muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	920	1
Río Baguales en Cerro Guido	170	1
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	79	1

Punto de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100ml)	
	Valor	Clase
Río Tres Pasos en Desembocadura	920	1
Río Baguales en Cerro Guido	170	0
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	79	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 4.17 explica los factores incidentes en la cuenca del río Serrano.

Tabla 4.17: Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Baguales en Cerro Guido 12283BA10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Contaminación difusa debido a ganadería Descarga difusa de agua servida	Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅ SS, pH	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 400 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de lagos y ríos de control tectónico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río de régimen nival • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Centros poblados: Caserío de Cerro Guido • Ganadería: Ovina

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Chorrillos Tres Pasos 12285CO10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Contaminación difusa debido a ganadería Descarga difusa de agua servida	Cu, Cr, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅ , SS, pH, N	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 400 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de lagos y ríos de control tectónico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río de régimen pluvial • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Centros poblados: Caseríos al borde de la ruta y en las riberas del cauce. • Ganadería: Ovina

Serrano

54.

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Grey a/j río Serrano 12287GR10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Desagüe lacustre Aguas que provienen de glaciares.	No se registran aportes notables por factores antropogénicos	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 1.000 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de ventisqueros del Pacífico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río Emisario del lago Grey, lago glaciar. • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Torres del Paine

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río de Las Chinas en Cerro Guido 12283CH10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Contaminación difusa debido a ganadería Descarga difusa de agua servida	Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅ SS, pH	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 400 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de lagos y ríos de control tectónico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río de régimen nival • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Centros poblados: Caserío de Cerro Guido • Ganadería: Ovina

Serrano

56.

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Paine en estancia río Paine 12281PA20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Desagüe lacustre de origen glaciar	No se registran aportes notables por factores antropogénicos	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 600 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de lagos y ríos de control tectónico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río Emisario del Lago Paine • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Torres del Paine

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Serrano en desagüe lago Toro 12289SE10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Desagüe lacustre	Actividad turística (hoteles en el sector río Serrano), navegación en zodiac.	Cu, Cr, Al	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 800 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de ventisqueros del Pacífico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: río emisario del lago del Toro al cual se le une el río Grey, Tindall, Geike y otras menores, hasta desembocar juntas en el seno de Última Esperanza. • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Torres del Paine

Serrano
58.

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Serrano en desembocadura 12289SE20	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos Desagüe lacustre	Actividad turística (hosterías y navegación en zodiac en río Serrano).	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 800 mm. Evapotranspiración media anual de 300 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de ventisqueros del Pacífico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río emisario del Lago del Toro al cual se le une el río Grey hasta desembocar juntos en el Seno de Ultima Esperanza • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Conservación de recursos naturales: Parque Nacional Torres del Paine

Tabla 4.17 (Continuación): Factores Incidentes en la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Serrano

ESTACION DE CALIDAD / SEGMENTO	FACTORES INCIDENTES		PARÁMETROS QUE PUEDEN VERSE AFECTADOS	CARACTERIZACIÓN DEL FACTOR
	NATURALES	ANTROPOGENICOS		
Río Vizcachas en Cerro Guido 12283VI10	Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas Escorrentías de aluminosilicatos	Contaminación difusa debido a ganadería Descarga difusa de agua servida	Cu, Cr, Fe, Mn, Al Posiblemente CF, CT y DBO ₅ SS, pH	• Geología: Formaciones Geológicas de rocas sedimentarias y mixtas sedimentario - volcánicas constituidas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados. • Clima: Precipitación media anual de 200 mm. Evapotranspiración media anual de 200 mm • Geomorfología: Cordillera patagónica de lagos y ríos de control tectónico • Hidrogeología: Basamento de rellenos acuíferos de baja permeabilidad • Hidrología: Río de régimen nival • Cobertura vegetal: Bosque caducifolio de Magallanes y Estepa patagónica de Magallanes • Centros poblados: Caserío de Cerro Guido • Ganadería: Ovina

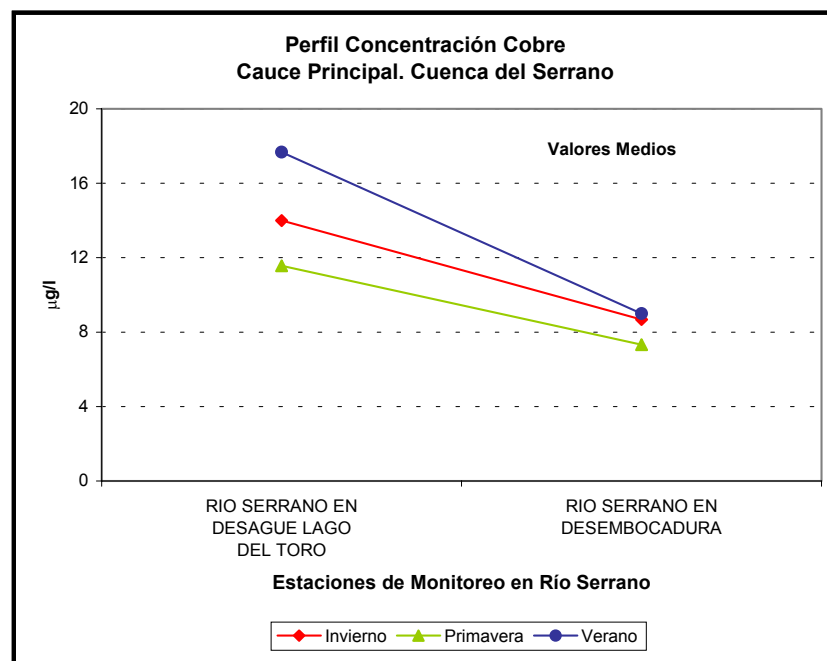
5. CALIDAD ACTUAL Y NATURAL DE LOS CURSOS SUPERFICIALES

5.1 Análisis Espacio-Temporal en Cauce Principal

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

- Río Serrano en Desagüe Lago del Toro
- Río Serrano en Desembocadura

En la Figura 5.1, con información de la DGA, se incluye el perfil longitudinal para los cuatro períodos estacionales, sólo de aquellos parámetros seleccionados que exceden, al menos una vez, la clase 0 en la cuenca. Dichos parámetros son los siguientes: cobre, cromo, 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 y no se presenta el comportamiento de estos parámetros en el período de otoño por las mismas razones antes mencionadas.



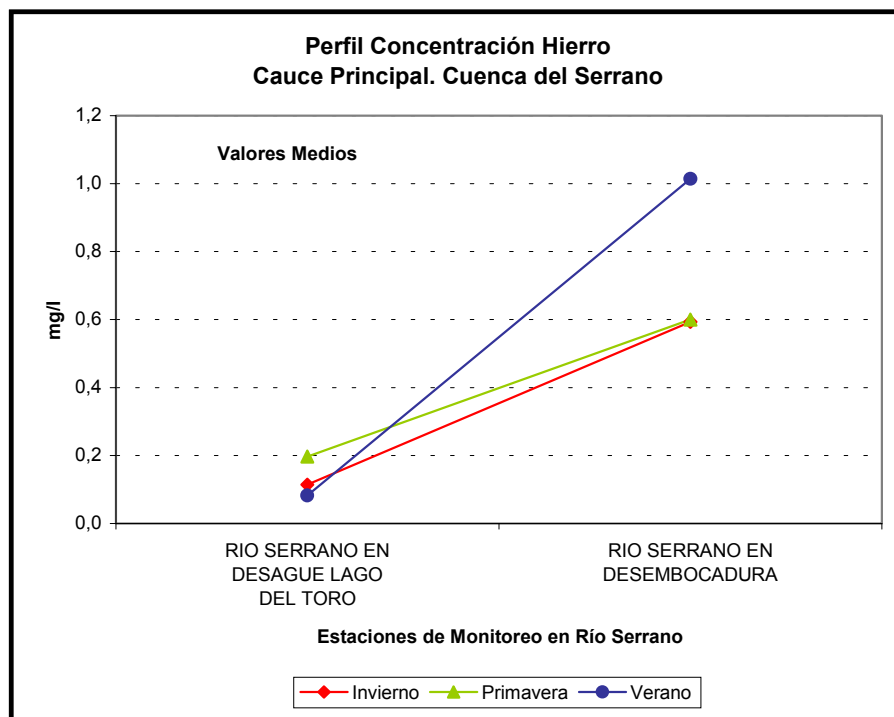
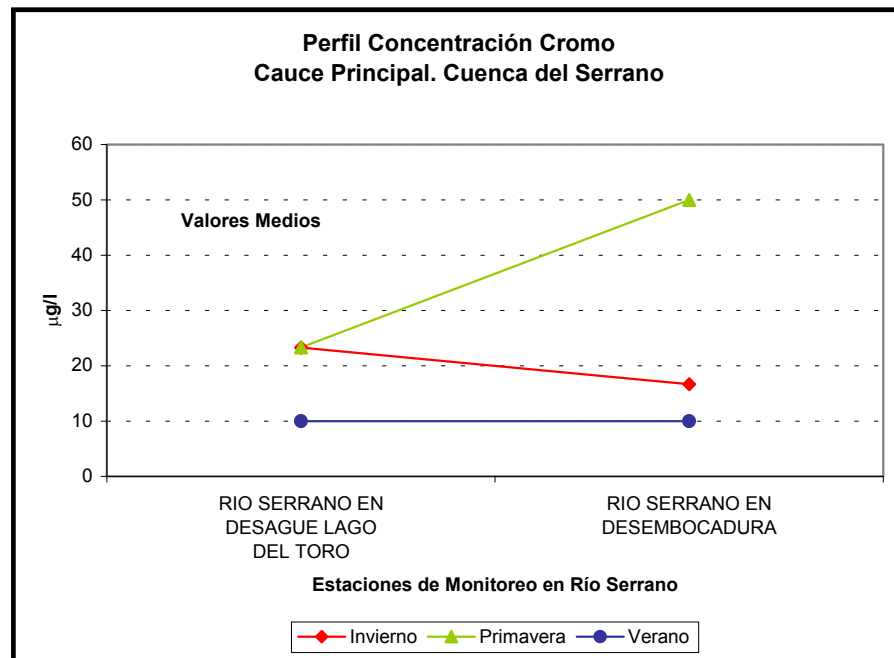


Figura 5.1: Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Serrano

**Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río
Serrano**

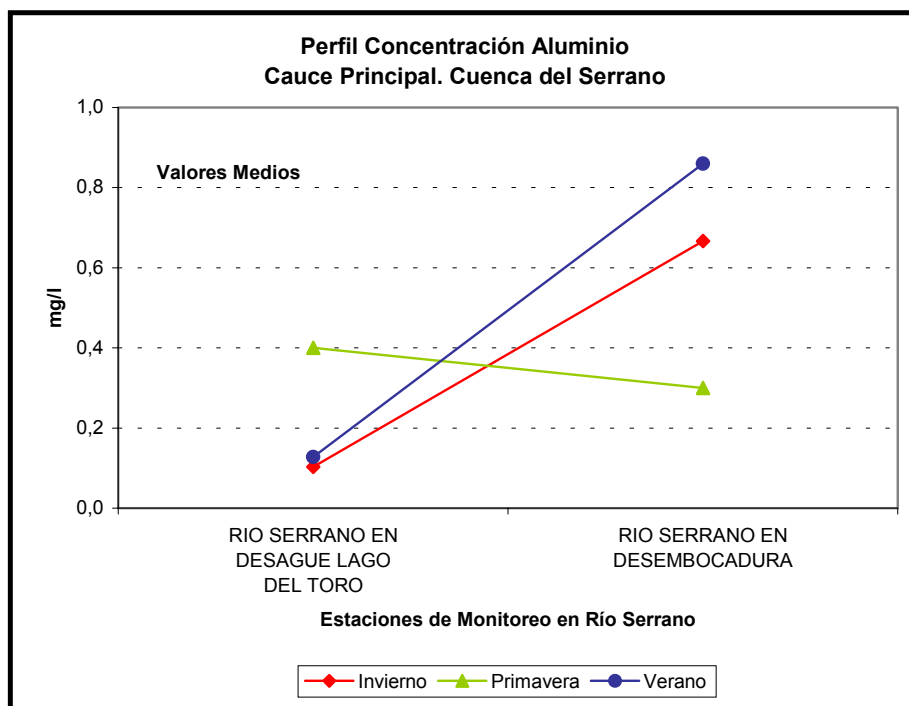
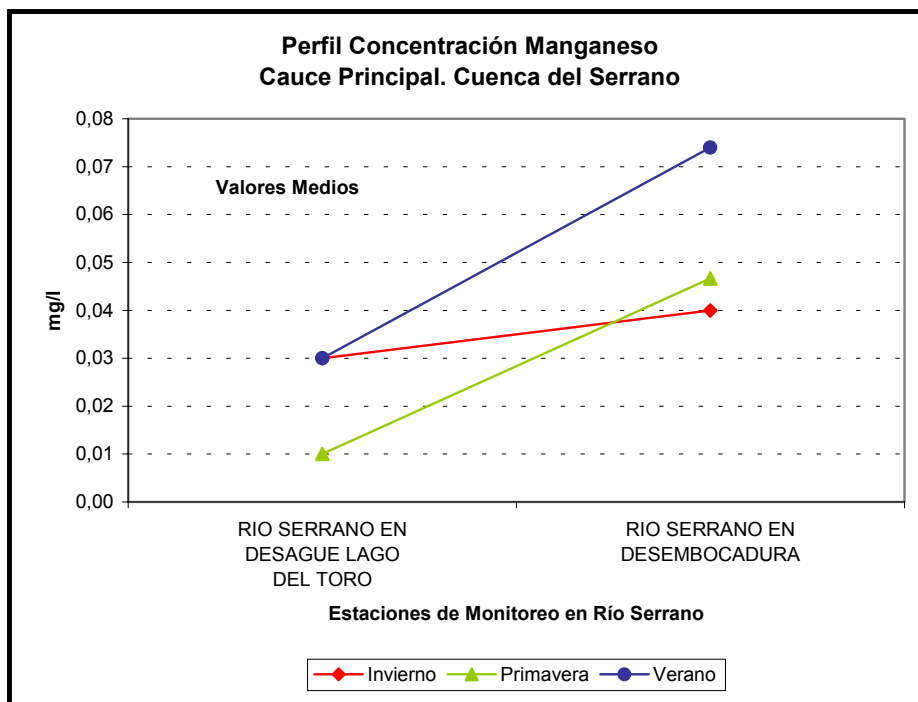


Figura 5.1 (Continuación): Perfil Longitudinal de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Serrano

De las figuras 5.1 se pueden observar lo siguiente:

- Cobre: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del cobre se observan en verano con valores en clase 1 en Desembocadura y clase 2 en Desagüe Lago Toro. El comportamiento disminuye desde 18 $\mu\text{g/l}$ en la parte alta hasta 9 $\mu\text{g/l}$ en la Desembocadura. La envolvente inferior se comporta de manera similar, en el período de primavera con valores en clase 0 y clase 2 en la parte alta.
- Cromo: La envolvente superior se observa en primavera con una pendiente que aumenta notablemente hacia la Desembocadura. El valor más alto, observado es 50 $\mu\text{g/l}$ aproximadamente y está en clase 2. La envolvente inferior se observa en verano con un perfil de concentración plano, con valores en clase 1.
- Hierro: La envolvente superior se observa en los períodos de primavera y verano con un perfil que aumenta notablemente hacia la desembocadura. El valor más alto es sobre 1 mg/L , en clase 2. La envolvente inferior, observada en verano y primavera, presenta un perfil similar con una pendiente más suave, con valores en clase 0.
- Manganeso: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del manganeso se observan en verano con valores en clase 0 y clase 1 en Desembocadura. La envolvente inferior se comporta de manera similar, en los períodos de primavera e invierno, con los valores en clase 0.
- Aluminio: La envolvente superior de los perfiles longitudinales del aluminio se observan en los períodos de primavera y verano con valores en clase 2. La envolvente inferior se comporta de manera similar, en los períodos de invierno y primavera, con los valores en clase 2.

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

En la tabla 5.1 se comentan las características principales de la calidad actual en los ríos seleccionados de la cuenca del río Serrano 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 SERRANO	
Parámetros físico-Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO ₅ , 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, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 2. <u>Color Aparente</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 2 y clase 3 respectivamente. <u>OD</u>: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional. <u>pH</u>: Todos los valores están asignados a la clase 0. <u>RAS</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. <u>SD</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 0. <u>SST</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 2 y clase 4 respectivamente.	
Inorgánicos (IN): NH_4^+ , CN^- , Cl^- , F^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , S^{2-}	
<u>Cl^-, SO_4^{2-}</u>: Siempre en clase 0. <u>NH_4^+</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 0. <u>CN^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas no es posible clasificarlo por corresponder al límite de detección analítico superior a la clase 0. <u>F^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 0. <u>NO_2^-</u>: El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 0. <u>S^{2-}</u>: Sin información.	

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

CUENCA RÍO SERRANO	
Orgánicos (OR): Aceites y grasas, PCBs, SAAM, fenol, HCAP, HC, tretracloroetano, tolueno	
No se dispone de información para los parámetros orgánicos.	
Orgánicos Plaguicidas (OP): Ácido 2,4-D, aldicarb, aldrín, atrazina, captán, carbofurano, clordano, clorotalonil, Cyanazina, demeton, DDT, diclofop-metil, dieldrin, dimetoato, heptaclor, lindano, paratión, pentaclorofenol, siazina, trifluralina.	
No se dispone de información para los parámetros orgánicos plaguicidas.	
Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr_{total}, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn	
<u>B, Ni, Se, Zn</u>: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. <u>Cu</u>: En los ríos Baguales, Chorrillos Tres Pasos, Grey, Paine y Vizcachas los valores están en clase 2. En el río de Las Chinas en cerro Guido se observan valores en clase 1 en primavera y clase 2 en verano. En el río Serrano en desagüe lago del Toro los valores están en clase 2 sin variación estacional y en Desembocadura en clase 2 en el periodo de verano y clase 1 en invierno-primavera. <u>Cr_{total}</u>: No se observa variación estacional entre los periodos de invierno y primavera con valores en clase 2 en los ríos: Baguales, Chorrillos Tres Pasos, Grey, de Las Chinas, Paine, Serrano Vizcachas. En verano el registro de datos corresponde a valores en límite de detección analítico superior a la clase 0 en los ríos Chorrillos Tres Pasos, Paine, Serrano y Vizcachas. En los ríos Baguales, Grey y de Las Chinas en verano se asigna a la clase 2. <u>Fe</u>: Los valores para el hierro están asignados a clase 0, 1 y 2. No se observa variación estacional en los ríos Chorrillos Tres Pasos y Serrano en desagüe lago del Toro en clase 0, y Paine en clase 2. Los ríos Baguales, Grey, Serrano en Desembocadura y Vizcachas presentan valores en clase 2 con variación estacional. En el río de Las Chinas los valores del hierro están en clase 3 con variación a lo largo del año. <u>Mn</u>: En los ríos Chorrillos Tres Pasos y Serrano en desagüe lago del Toro se observan valores en clase 0 sin variación estacional. Los ríos Baguales, Paine, Serrano en desembocadura y Vizcachas presentan valores en clase 2 con variación estacional. En el río de Las Chinas los valores están en clase 3 con variación a lo largo del año. El río Grey presenta valores en clase 0 en primavera y verano y en clase 1 en invierno. <u>Mo</u>: No es posible clasificarlo en alguna clase, por corresponder el dato al límite de detección analítico superior a la clase 0.	
Metales no Esenciales (MN) : Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb	
<u>Al</u>: Los valores en invierno están asignados a clase 2 en los ríos: Baguales, Chorrillos Tres Pasos, Grey, de Las Chinas, Paine, Serrano y Vizcachas. En los ríos Chorrillos Tres Pasos y Serrano no se observa variación estacional con todos los valores en clase 2. En los ríos Baguales, Grey, de Las Chinas, Paine y Vizcachas se observa variación estacional entre los periodos de invierno-primavera-verano con valores en clase 3 y 2. Para el periodo de otoño no se dispone de datos. <u>As</u>: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0.	

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

CUENCA RÍO SERRANO	
<u>Cd, Hg y Pb</u> :	No es posible clasificarlo en alguna clase, por corresponder el dato al límite de detección analítico superior a la clase 0.
<u>Sn</u> :	El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 4.
Indicadores Microbiológicos (IM) : CF, CT	
<u>CF</u> :	El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 1.
<u>CT</u> :	El dato del muestreo puntual en primavera 2003, de los ríos Baguales y de Las Chinas se clasifican en clase 0.

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 Serrano, 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 Serrano

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetro con valor en limite detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Serrano en Desagüe lago del Toro	12289SE10	CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As		Cu, Cr_{tot} , Al			Mo, Cd, Pb, Hg	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3.
Río Serrano en Desembocadura	12289SE20	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As		Cu, Cr_{tot} , Fe, Mn, Al			Mo, Cd, Pb, Hg	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 2 y 3.

Parámetros seleccionados de la cuenca del río Serrano: Conductividad eléctrica, DBO_5 , oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, coliformes fecales, cobre, cromo, hierro, manganeso, aluminio, color aparente, estaño, coliformes totales

Serrano

70.

Tabla 5.2b: Cauce Secundario: Río Baguales

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Parámetros con valor en límite de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Baguales en Cerro Guido	12283BA10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As, SD, NH_4^+ , F^- , NO_2^- , CT	CF	Cu, Cr_{tot} , Fe, Mn, DBO_5 , color aparente, SST	Al	Sn	Mo, Cd, Pb, Hg, CN^- , S^{2-}	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003, DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , CN^- , F, NO_2^- , S^{2-} , Sn, CF, CT.

Tabla 5.2c: Cauce Secundario: Río Chorrillos Tres Pasos

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Chorrillos Tres Pasos en Ruta N° 9	12285CO10	CE, OD, pH, Fe, Mn, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As, SD, SST, NH_4^+ , F^- , NO_2^- ,	CF, CT	Cu, Cr_{tot} , Al, Color aparente	DBO_5	Sn	Mo, Cd, Pb, Hg, CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3. Información nivel 4 muestreo puntual CADE-IDEPE primavera 2003, DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , CN^- , F, NO_2^- , S^{2-} , Sn, CF, CT.

Tabla 5.2d: Cauce Secundario: Río Grey

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Grey antes río Serrano	12287GR10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As	Mn	Cu, Cr_{tot} , Fe	Al		Mo, Cd, Pb, Hg	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3.

Tabla 5.2e: Cauce Secundario: Río de Las Chinas

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río de Las Chinas en Cerro Guido	12283CH10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As		Cu, Cr_{tot}	Fe, Mn, Al		Mo, Cd, Pb,	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3.
Río de Las Chinas en Cerro Castillo	12284CH10	SD, NH_4^+ , F^- , NO_2^- , CT	CF	DBO_5	Color aparente	SST Sn	CN^-	Otros parámetros seleccionados	Información nivel 4 muestreo puntual primavera 2003, DBO_5 , color aparente, SD, SST, NH_4^+ , CN^- , F^- , NO_2^- , S^{2-} , Sn, CF, CT.

Serrano

72.

Tabla 5.2f: Cauce Secundario: Río Paine

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Paine En Estancia Río Paine (En Parque Nacional)	12281PA20	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As		Cu, Cr_{tot} , Fe, Mn	Al		Mo, Cd, Pb, Hg	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3.

Tabla 5.2g: Cauce Secundario: Río Vizcachas

Estación de Calidad	Código de Segmento	Clase del Instructivo					Límites de detección	Parámetros seleccionados sin información	Observación
		0	1	2	3	4			
Río Vizcachas en Cerro Guido	12283VI10	CE, OD, pH, RAS, Cl, SO_4^{-2} , B, Ni, Se, Zn, As		Cu, Cr_{tot} , Fe, Mn	Al		Mo, Cd, Pb, Hg	Otros parámetros seleccionados	Información DGA niveles 1, 2 y 3.

Todos los cauces seleccionados en la cuenca del río Serrano tienen información.

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 Serrano, basada en la información estadística por períodos estacionales que se presenta en la Tabla 4.15.

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

Estación	Segmento	Cu (µg/L)	Cr (µg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)
Río Baguales en cerro Guido	12283BA10	(20)	((30))	4,69	((0,09))	((1,75))
Río Chorrillos Tres Pasos ruta 9	12285CO10	(15)	((37))	Clase 0	Clase 0	((0,28))
Río Grey a/j río Serrano	12287GR10	((35))	((30))	(1,66)	((0,04))	((1,05))
Río de Las Chinas en cerro Guido	12283CH10	(20)	((25))	((10,31))	((0,2))	((2))
Río Paine en estancia río Paine	12281PA20	((25))	((30))	(2,82)	((0,12))	((3,75))
Río Serrano en desagüe lago Toro	12289SE20	((30))	((23))	Clase 0	Clase 0	((0,4))
Río Serrano en desembocadura	12289SE10	((9))	((50))	(1,01)	(0,07)	((0,86))
Río Vizcachas en cerro Guido	12283VI10	(18)	((43))	(4,4)	((0,13))	((3,45))

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

Fuente: Elaboración propia
s/i: sin información

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

- El cobre, cromo, y aluminio se encuentran presentes sobre la clase de excepción en todos los cursos de agua monitoreados.
- El hierro y el manganeso se encuentran ampliamente distribuidos.

5.4.1 Cobre

Los valores de cobre procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 35 µg/L (Est DGA río Grey a/j río Serrano - otoño).

La presencia de cobre se debe a la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones sedimentarias y mixtas, las cuales son lixiviadas por las aguas meteóricas

subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua de la cuenca del Serrano.

La acidez de las aguas meteóricas en conjunto con los suelos ácidos de las regiones patagónicas, 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 menores a 50 µg/L (Est DGA río serrano en desembocadura - primavera).

La presencia de cromo en los cursos de agua de la cuenca se deben a su presencia natural en la litología propia de la cuenca compuesta por formaciones sedimentarias y mixtas, 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 menores a 10,3 mg/L (Est DGA río de Las Chinas en Cerro Guido - primavera).

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 cuando recargan los cursos de agua.

5.4.4 Manganeseo

Los valores de manganeseo procedentes de la campaña de monitoreo de la DGA presentan valores menores a 0,2 mg/L (Est DGA río de Las Chinas en Cerro Guido - primavera).

La presencia del manganeseo en la cuenca se debe a su presencia natural en la litología de la cuenca, las cuales son lixiviadas por las aguas subterráneas y que aparecen posteriormente cuando recargan los cursos de agua especialmente del río de Las Chinas.

En la sección media en cambio el efecto edafológico pasa a ser el relevante, pues los suelos presentan cantidades de manganeso que se hacen más presentes cuando ocurren precipitaciones. El suelo que mayor predominancia tiene es la estepa magallánica con existencia de turbales que es un suelo de origen ácido que 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 menores a 3,75 mg/L (Est DGA río Paine en estancia río Paine - primavera).

El origen de la presencia del aluminio en la cuenca esta ligada a la presencia 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 especialmente aquellos que provienen directamente desde las cumbres andinas.

5.4.6 Falencias de información

Para realizar un estudio más detallado de la calidad natural de la cuenca del río Serrano 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 CONAMA o el SNASPE.

5.4.7 Conclusiones

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

- La calidad natural de los cursos de agua que conforman la cuenca del Serrano en general son 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 media hasta la desembocadura.

- Los ríos Serrano, Grey y Paine nacen como emisarios de cuerpos de agua, los cuales se formaron por arrastre de materiales glaciales (morrenas), por las cuales se filtran aguas que emergen más abajo incorporándose en abundancia en los cursos de agua. La calidad natural de estos ríos está determinada fuertemente por las características de los lagos: Pehoe, Del Toro, Sarmiento, Grey Nordenskjold.

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

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

Tabla 6.1: Tramos de la Cuenca del Río Serrano

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río Serrano	12289SE10	SE-TR-10	De: Naciente en desagüe Lago Del Toro Hasta : Desembocadura en Seno de Ultima Esperanza
	12289SE20		
Río Paine	12281PA10	PA-TR-10	De: Naciente en desagüe Lago Dickson Hasta : Entrada Lago del Toro
	12281PA20		
	12282PA10		
	12282PA20		
Río Vizcachas	12283VI10	VI-TR-10	De: Naciente río Vizcachas Hasta: Confluencia río Baguales
Río Baguales	12283BA10	BA-TR-10	De: Naciente río Baguales Hasta: Confluencia río de Las Chinas
	12283BA20		

Tabla 6.1 (Continuación): Tramos de la Cuenca del Río Serrano

Cauce	Código Segmento	Tramo	Límites Tramos
Río de Las Chinas	12283CH10	CH-TR-10	De: Naciente río de Las Chinas Hasta: Confluencia río Don Guillermo
	12284CH10		
	12286CH10		
Río Don Guillermo	12284DG10	DG-TR-10	De: Naciente río Don Guillermo Hasta: Confluencia río de Las Chinas
Río Chorrillos Tres Pasos	12285CO10	CO-TR-10	De: Naciente río Chorrillos Tres Pasos Hasta: Entrada Lago del Toro
Río Grey	12287GR10	GR-TR-10	De: Naciente en desagüe Lago Grey Hasta: Confluencia río Serrano

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

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 Serrano	SE-TR-10	Clase 2	(*)	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mn, Al	
								3	--	
								4	--	
Río Paine	PA-TR-10	--	(*)	--	0	No hay	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mn	
								3	Al	
								4	--	
Río Vizcachas	VI-TR-10	Clase 2	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	--	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Fe, Mn	
								3	Al	
								4	--	

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

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

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

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 Baguales	BA-TR-10	Clase 2	--	--	2	Clase 1 a 3	2	0	DBO ₅ , CF, CT, CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , B, Ni, Se, Zn, As, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	Otros parámetros seleccionados
								1	--	
								3	Al	
								4	Sn	
Río de Las Chinas	CH-TR-10	Clase 2	(*)	--	2	Clase 1 a 3	2	0	DBO ₅ , CF, CT, CE, OD, pH, RAS, Cl, SO ₄ ⁻² , B, Ni, Se, Zn, As, SD, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , NO ₂ ⁻	Otros parámetros seleccionados
								1	--	
								3	Fe, Mn, Al, color	
								4	Sn, SST	

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

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 Don Guillermo	DG-TR-10	--	--	--	s/i	No hay	(Ver Nota)	Otras clases	s/i	Todos los parámetros seleccionados
Río Chorrillos Tres Pasos	CO-TR-10	Clase 2	--	Clase 1 a 3	0	1	0	1	CT, CF	Otros parámetros seleccionados
								2	Cu, Cr, Al, color	
								3	DBO ₅	
								4	Sn	
Río Grey	GR-TR-10	--	(*)	--	2	No hay	2	0	CE, OD, pH,	Otros parámetros seleccionados
								1	Mn	
								3	Al	
								4	--	

Nota :Debido a que no se dispone de información de calidad de agua del río Don Guillermo y es un afluente del río de Las Chinas, no es posible asignarle una clase objetivo.

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 Serrano se presentan en el anexo 6.1.

7. OTROS ASPECTOS RELEVANTES

7.1 Índice de Calidad de Agua Superficial

7.1.1 Antecedentes

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

El ICAS de la cuenca del río Serrano, estará compuesto por 6 parámetros obligatorios (Conductividad Eléctrica, DBO₅, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos y Coliformes Fecales) y 5 parámetros principales seleccionados para esta cuenca.

Consecuentemente, los parámetros principales son:

- Cobre
- Cromo
- Hierro
- Manganeseo
- 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 Baguales en cerro Guido	90
Río Chorrillos Tres Pasos ruta 9	97
Río Grey a/j río Serrano	95
Río de Las Chinas en cerro Guido	83
Río Paine en estancia río Paine	93
Río Serrano en desagüe lago Toro	97
Río Serrano en desembocadura	95
Río Vizcachas en cerro Guido	97

De los resultados de ésta, se puede observar que el agua del río Serrano posee tributarios de buena calidad. El cauce principal, calidad buena. 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 Baguales en cerro Guido	2
Río Chorrillos Tres Pasos ruta 9	0
Río Grey a/j río Serrano	2
Río de Las Chinas en cerro Guido	2
Río Paine en estancia río Paine	0
Río Serrano en desagüe lago Toro	0
Río Serrano en desembocadura	0
Río Vizcachas en cerro Guido	0

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, DBO_5 , Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos; Coliformes Fecales
- Parámetros Principales: Color Aparente, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeso, Aluminio, Estaño, Coliformes Totales
- Parámetros con Límite de Detección: Boro, 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

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 Baguales en Cerro Guido	Río Las Chinas en Cerro Castillo	Río Tres Pasos en Desemb.	Río Don Guillermo a/ río de las Chinas
	COD_SEG	12283BA10	12284CH10	12285TP10	12284DG10
INDICADOR	UNIDAD	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima	Frecuencia Mínima
INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS					
Conductividad Eléctrica	μS/cm	O	O	O	O
DBO5	mg/l	O	O	O	O
Color Aparente	Pt-Co	PPL	PPL	PPL	PPL
Oxígeno Disuelto	mg/l	O	O	O	O
pH	unidad	O	O	O	O
RAS					
Sól disueltos	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Sól Suspendidos	mg/l	O	O	O	O
INÓRGANICOS					
Amonio	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Cianuro	μg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	mg/l				
Fluoruro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrito	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/l				
Sulfuro	mg/l	S/I	S/I	S/I	S/I
METALES ESCENCIALES					
Boro	mg/l	LD	LD	LD	LD
Cobre	μg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Cromo total	μg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Hierro	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Manganeso	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Molibdeno	mg/l	LD	LD	LD	LD
Níquel	μg/l				
Selenio	μg/l				
Zinc	mg/l				
METALES NO ESCENCIALES					
Aluminio	mg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Arsénico	mg/l				
Cadmio	μg/l	LD	LD	LD	LD
Estaño	μg/l	PPL	PPL	PPL	PPL
Mercurio	μg/l	LD	LD	LD	LD
Plomo	mg/l	LD	LD	LD	LD
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS					
C Fecales (NMP)	gérmenes/100 ml	O	O	O	O
C Totales (NMP)	gérmenes/100 ml	PPL	PPL	PPL	PPL

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

7.3 Sistema de Información Geográfico

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

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

7.4 Referencias

Referencia	Título del Informe
2.1	TIERRA Magica .com. 2003 http://www.chile.terramagica.com/es/torres-del-paine.html
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	Estado del Medio Ambiente en Chile, Suelos. Disponible en: http://www.capp.uchile.cl/informepais/Suelos.pdf
2.6	DEPARTAMENTO de Edafología y química agrícola Universidad de Granada. España. Unidad Docente e Investigadora de la Facultad de Ciencias 2004. http://edafologia.ugr.es/Carro/Tema02/faosolt.htm
2.7	GAJARDO, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial universitaria. 1994.
2.8	GESAM CONSULTORES LTDA. Flora y Fauna Acuática río Serrano. Diciembre 2003.
2.9	CONAF – CONAMA. Catastro de Bosque Nativo.
2.10	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.