

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO
SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER
Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE
SANTA CRUZ

ACTUALIZACIÓN

CAPÍTULO 3 – LINEA DE BASE AMBIENTAL Y ESTUDIOS ESPECIALES

PUNTO 1 – INTRODUCCIÓN

ANEXO II – ADENDA: SEGUNDA CAMPAÑA LIMNOLOGICA (JULIO 2015)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE SANTA CRUZ

ADENDA - SEGUNDA CAMPAÑA LIMNOLOGICA (JULIO 2015)

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	RESULTADOS	8
2.1	CARACTERÍSTICAS LIMNOLOGICAS DEL LAGO ARGENTINO Y RÍO SANTA CRUZ	8
2.1.1	Temperatura	8
2.1.2	Transparencia del Agua	9
2.1.3	Conductividad Eléctrica	9
2.1.4	pH del Agua	10
2.1.5	Oxígeno Disuelto en el Agua	11
2.1.6	Concentración Iónica	11
2.1.7	Sustancias Nutrientes	11
2.1.8	Sustancias Contaminantes	11
2.2	CALIDAD DE LAS AGUAS DEL SISTEMA LAGO ARGENTINO - RÍO SANTA CRUZ	11
2.3	FITOPLANCTON	12
2.4	ZOOPLANCTON	13
2.5	FAUNA BENTICA	15
2.5.1	Resultados	15
2.5.2	Utilización potencial de los diferentes hábitats por los invertebrados	16

3 BIBLIOGRAFIA

17

1 INTRODUCCIÓN

El sistema Lago Argentino-río Santa Cruz comprende ecosistemas que están regulados preponderantemente por el clima, especialmente la variabilidad térmica, la producción de nieve y, en menor grado, el aporte de las lluvias. Solo en el tramo final, aguas abajo de las presas proyectadas, en los últimos 50-60 Km el régimen de mareas del océano Atlántico produce un segundo vector de cambios en la organización de las colectividades acuáticas.

Es evidente que el clima se comporta con fuerte estacionalidad y esto a su vez, determina un marcado comportamiento pulsátil del río, con oscilaciones en el transporte de materia (sólidos suspendidos y disueltos, materia orgánica en sus distintas formas) y de energía (fluctuaciones de caudal líquido).

Teniendo en cuenta el régimen de variabilidad estacional, se determinó la necesidad de realizar una campaña de observaciones y de muestreos, en el período invernal, con el objetivo de complementar la información obtenida a fines de verano del 2015 (29 de marzo al 4 de abril del 2015) en la primera campaña. Los resultados obtenidos durante esta segunda campaña fueron considerados para la valoración de impactos, definición de medidas de mitigación y confección de lineamientos de los programas de gestión ambiental. No obstante dado que no fueron presentados como parte de la Línea de Base Ambiental es que son incluidos en esta Adenda al EIA.

Los trabajos se realizaron del 10 al 19 de julio considerando los mismos sitios de reconocimiento y muestreo que ya fueron informados con los resultados de la primera campaña:

- Estación 1 - Lago Argentino - Brazo Sur
- Estación 2 - Lago Argentino - El Calafate
- Estación 3 - Lago Argentino - Este (próximo a la naciente del río Santa Cruz)
- Estación 4 - Río Santa Cruz - Ruta 40 (área de cola de embalse NK)
- Estación 5 - Río Santa Cruz - Eje NK
- Estación 6 - Río Santa Cruz - Cola JC
- Estación 7 - Río Santa Cruz - Eje JC
- Estación 8 - Río Santa Cruz - Ruta 3 (Piedrabuena, punto de salida del sistema)

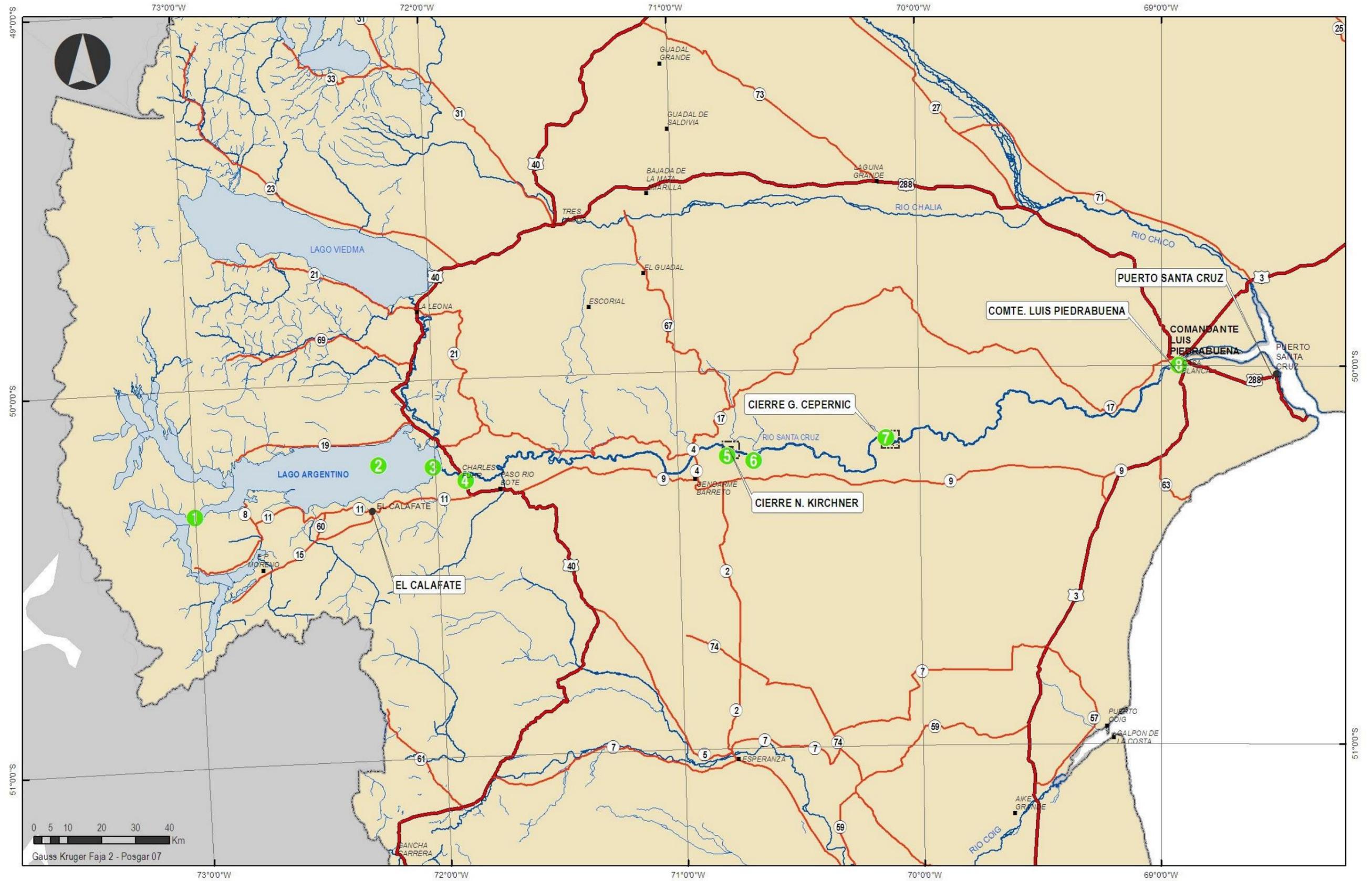


Figura 1. Estaciones de muestreo.

Los procedimientos de campo, el instrumental, envases, conservación y transporte de muestras, se realizó de igual forma que fuera reseñado en la primera campaña (ver Anexo I).

Los trabajos en el lago Argentino, se realizaron con el apoyo de la Prefectura Naval Argentina, en una embarcación dotada de ecosonda, GPS de precisión, radar y equipos habilitados para navegar con baja visibilidad (Figura 2). Los desplazamientos en el lago, se realizaron con base en Puerto Bandera (Figura 3).



Figura 2. Embarcación de prefectura en que se realizaron los trabajos. La misma posee moderno instrumental y personal altamente capacitado para la navegación con instrumentos.



Figura 3. Lago Argentino, área de embarcadero en Puerto Bandera, en las primeras horas de la mañana, cuando todavía no se presentaba la interferencia del viento.

En el lago, la principal limitante fue el viento persistente, que impidió la realización de perfiles térmicos y de oxígeno disuelto en las estaciones El Calafate y Este - próxima al río Sta. Cruz.

Las tareas en el río Santa Cruz, se cumplieron con la logística de la empresa Módulo Tres (Figura 4) que colaboró con un vehículo náutico de menor tamaño (adecuado a la navegación en el río) y una pick up 4 x 4 habilitada para trabajar en condiciones difíciles de desplazamiento.



Figura 4. El equipo de trabajo, desembarcando en el obrador de la presa Jorge Cepernic.



Figura 5. Los caminos con nieve y hielo impusieron condiciones críticas para el acceso a los puntos de muestreo, especialmente en la bajada al obrador de Cepernic, debido al peso del trailler con el bote y su motor fuera de borda.

En el período de trabajo, el clima fue poco variable con temperaturas en el rango de -4 a +5 grados Celcius, con varias nevadas de corta duración.

En los quince días anteriores al muestreo se habían producido intensas nevadas en toda la cuenca, que desdibujaron totalmente las formas de la planicie de inundación, próxima al lago Argentino, que fuera descrita en el informe anterior (Figura 6).



Figura 6. Vista aérea del río Santa Cruz, con sus riveras totalmente nevadas. en la parte superior, el lago Argentino.

Durante la campaña se contó con la asistencia logística de la UTE, a través del Ing. Lucas de Borbón.

2 RESULTADOS

2.1 CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DEL LAGO ARGENTINO Y RÍO SANTA CRUZ

2.1.1 Temperatura

Como era de esperar, la temperatura del agua del lago y del río fue más baja que en marzo. La temperatura del agua del lago Argentino estuvo próxima a los seis grados en toda su extensión (Figura 7). No hubo gradiente espacial en sentido O-E y, el valor levemente menor registrado en El Calafate, pudo deberse al efecto del fetch, o simplemente, deberse a un problema de lectura, dado que el viento frío y el batido del oleaje generaban condiciones críticas de trabajo.

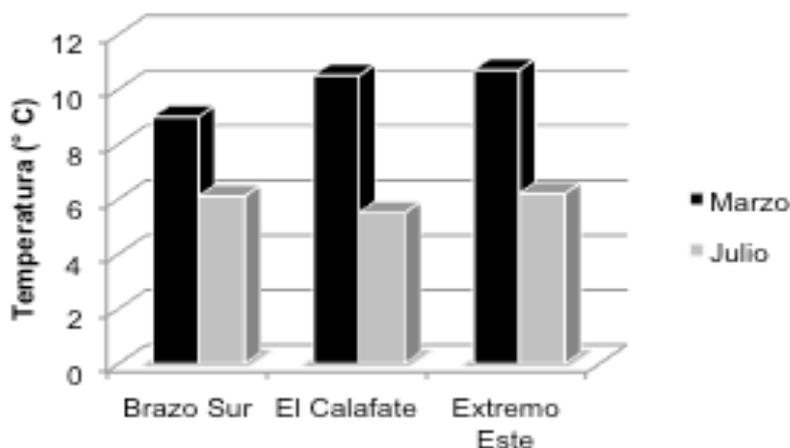


Figura 7. Diferencias térmicas en el estrato superficial del lago Argentino (1 m de profundidad). En negro: primera campaña. En gris: 2da. campaña

Como fuera expresado, no pudieron repetirse los perfiles térmicos en todas las estaciones. En el Brazo Sur del lago, hasta los ochenta metros de profundidad, no se constataron diferencias significativas en el perfil vertical en temperatura ni en oxígeno disuelto (Figura 8).

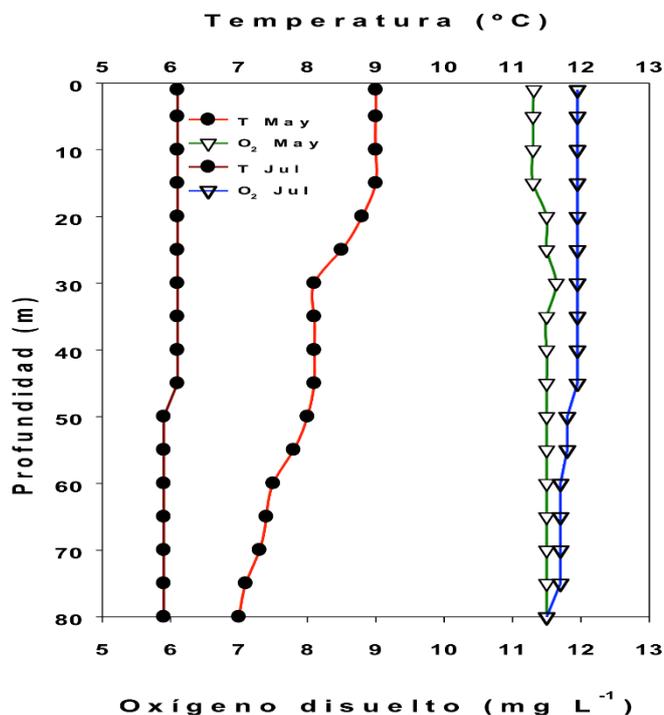


Figura 8. Perfil térmico y de oxígeno disuelto en la estación Brazo Sur del Lago Argentino. Imagen de la derecha: utilización de la botella de Van Dorn para realización de perfil vertical en Brazo Sur.

El perfil correspondiente a la segunda campaña (T.jul, en la Figura 8) muestra una ligera disminución a partir de los cuarenta y cinco metros, sin variación a mayor profundidad, a diferencia del perfil de verano (T.may, en la Figura 8), que tenía una variación acentuada entre 20 y 30 m, con diferencia de dos grados entre superficie y 80 m. En ambas campañas, el oxígeno disuelto se mantuvo próximo al nivel de saturación, con poca diferencia en el perfil vertical.

En relación al río Santa Cruz, como parte de la campaña de verano se registraron temperaturas de 12 grados, mientras que en el invierno la temperatura registrada fue de entre 4 y 3 grados (siendo el valor más bajo de 2,8°C el cual se registró en el Punto 7), para caudales altos y bajos respectivamente, advirtiéndose una relación directa entre temperatura del agua y caudal.

Durante la fase de aguas bajas, coincidente con el invierno, el río tiene 300-400 m³s⁻¹ (200 m³s⁻¹ en bajantes extraordinarias) y 1200-1700 m³s⁻¹ durante las crecientes anuales. Cuanto menor sea el caudal, menor es la velocidad del escurrimiento (mayor tiempo de residencia del agua que ingresa al sistema), y mayor contacto con la temperatura del ambiente (aire y lecho del curso), influyendo también la mayor densidad del agua, que se da aproximadamente a 4 grados.

2.1.2 Transparencia del Agua

No hubo diferencias significativas entre las tres estaciones del lago, si bien, se registró un ligero incremento en el sentido O - E, que podría interpretarse como gradiente débil. La menor transparencia en el Brazo sur, puede relacionarse con el ingreso de coloides por aporte del glaciar Perito Moreno. No puede pensarse en aporte de bioeston, ya que las concentraciones de clorofila y de plankteres, es muy baja. En la Figura 9 se comparan los registros de la 1ra y 2da campaña.

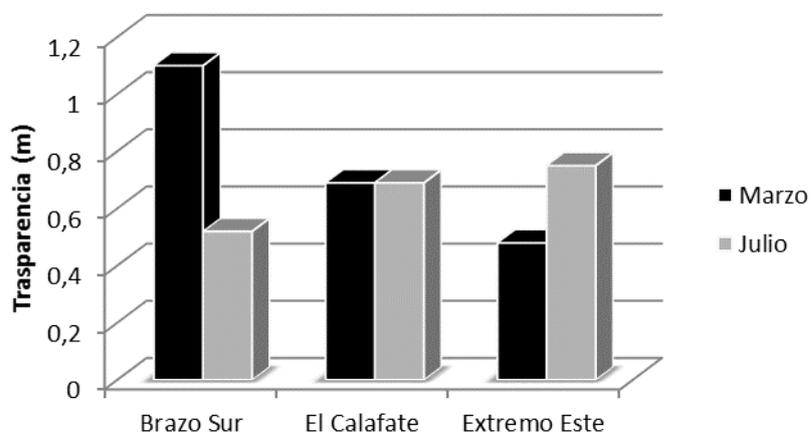


Figura 9. Diferencias térmicas en el lago Argentino.

A lo largo del río Santa Cruz tampoco se observaron diferencias en relación a este parámetro.

2.1.3 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica, tomada en campo, fue inferior a la registrada en el muestreo de verano y no evidenció cambios espaciales ni en el lago (Figura 10) ni en el río Santa Cruz.

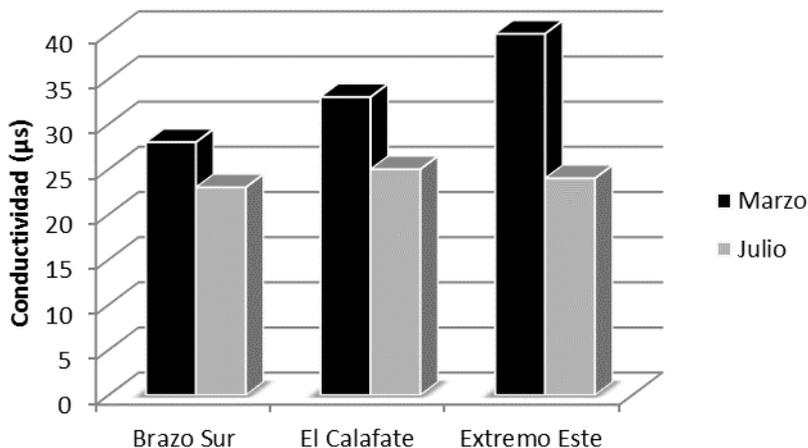


Figura 10. Valores comparativos de conductividad eléctrica del agua en ambas campañas. Las diferencias entre las estaciones de muestreo son menores que en el verano, indicando que la circulación superficial del agua es menor que en la etapa en que se reciben aportes importantes del Glaciar.

Es importante señalar que las diferencias comentadas pueden ser ficticias, debido a que la conductividad del agua es menor cuando la temperatura del agua es menor. Al respecto, si se aprecian los valores de conductividad obtenidos en laboratorio (se estandariza a 25 grados Celcius la medición) las diferencias son menos apreciables (ver Anexo II).

2.1.4 pH del Agua

EL pH (en todas las estaciones) estuvo en el rango de 6,75 a 7,60 lo que puede calificarse como de tendencia neutra.

En relación a los valores registrados en el Lago es importante mencionar que con la información disponible no hay una explicación lógica para el valor algo elevado en la estación Brazo Sur (Figura 11). Probablemente las diferencias térmicas locales hayan introducido un "artefacto" en la medición (que fue repetida con distintos equipos, previamente calibrados). Si se aprecia la medición de pH en laboratorio para el Brazo Sur, dio 6,75 unidades y para la estación El Calafate: 6,60 unidades, lo cual responde a lo esperable (ver Anexo II).

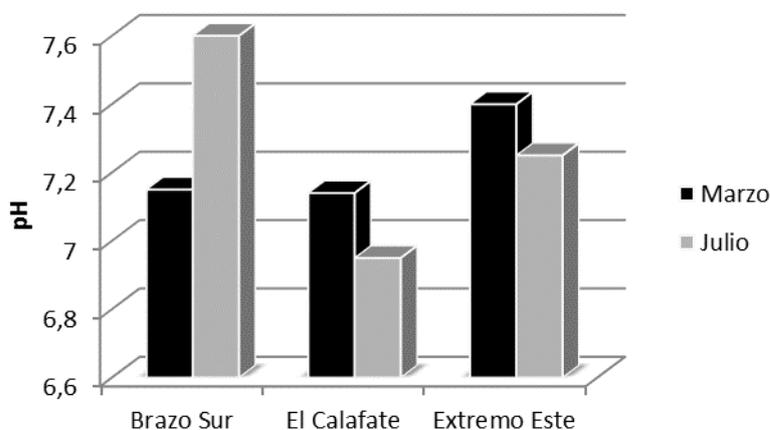


Figura 11. Resultados de la medición de pH en campo. No se aprecia una tendencia clara.

2.1.5 Oxígeno Disuelto en el Agua

Como fuera comentado, en el lago Argentino el oxígeno disuelto no registró diferencias importantes en el perfil vertical y entre los sitios de muestreo considerados.

En el río Santa Cruz, los registros estuvieron muy próximos al nivel desaturación, siempre mayores que 90%, con poca diferencia en todo el tramo entre ruta 40 y Piedrabuena.

2.1.6 Concentración Iónica

Al igual que en la campaña de verano, la concentración iónica fue muy baja, como lo reflejan los registros de conductividad eléctrica ya comentados y con menores diferencias espaciales. La composición iónica relativa se mantuvo sin variantes respecto de la campaña de marzo-abril, con mayor peso de los aniones bicarbonato y del sodio y calcio entre los cationes, correspondiendo a la tipología: bicarbonatada-cálcica-clorurada-sódica, con menor participación de sulfatos y con concentración siempre baja del potasio.

2.1.7 Sustancias Nutrientes

Por la concentración de nitrógeno y fósforo, las aguas del sistema pertenecen a la condición de ultraoligotróficas. El nitrógeno, como amonio y como nitrato + nitrito, cuando fue detectable, se lo encontró en concentración extremadamente baja. El fósforo total tuvo registros entre los 10 y los 20 µg/L, en tanto que en su forma soluble la concentración fue aproximadamente la mitad de la concentración registrada para fósforo total.

2.1.8 Sustancias Contaminantes

No se detectó la presencia de hidrocarburos totales del petróleo, ni de productos fitosanitarios en ninguna de las muestras. Los análisis de metales pesados arrojaron resultados negativos en todas las determinaciones realizadas, no registrándose ni a nivel de trazas (ver Anexo II).

2.2 CALIDAD DE LAS AGUAS DEL SISTEMA LAGO ARGENTINO - RÍO SANTA CRUZ

Los resultados obtenidos en la segunda campaña, realizada en julio de 2015, ratifican los resultados obtenidos en la campaña de verano, en el sentido de afirmar que la calidad de las aguas del sistema Lago Argentino - río Santa Cruz son de excelente calidad, por no haber registrado la presencia de sustancias tóxicas tales como hidrocarburos totales del petróleo, compuestos fitosanitarios ni metales pesados.

Por lo expresado, y en base a lo establecido en el Decreto 04/96 del Gobierno de la Provincia de Santa Cruz y a los valores guía establecidos por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación Argentina (ver Anexo III), las aguas del sistema son de la mejor calidad para los usos de: vida acuática, agua para consumo humano, agua para consumo del ganado, agua para riego de cultivos y agua para uso industrial. Lo expresado no exime de la aplicación de tratamiento de potabilización cuando se trata de aguas para abastecimiento de la población.

Por la escasa concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo en sus distintas formas), la transparencia del agua y la extremadamente escasa concentración de clorofila, las aguas corresponden a las de los ambientes ultraoligotróficos. Esta condición significa que se trata de un sistema con alta capacidad de carga iónica.

La baja temperatura invernal y, posiblemente la elevada irradiación UV, especialmente en verano, y la limitación por nutrientes (especialmente el nitrógeno) actúan como fuertes controladores de la carga biótica y de la estructuración trófica como podrá ratificarse con futuros estudios, de mayor intensidad y continuidad temporal.

2.3 FITOPLANCTON

El análisis se realizó según el procedimiento ya comentado en la primera campaña mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de un concentrado de 200 litros de agua, filtrado con red de plancton de 10 µm de apertura de malla (Anexo I), según el siguiente esquema:

- Muestra Lago Argentino 1 – Tomada en el Punto 1 - Lago Argentino - Brazo Sur
- Muestra Río Santa Cruz 1 – Tomada en el Punto 4 - Río Santa Cruz, Cola NK
- Muestra Río Santa Cruz 2 – Tomada en el Punto 5 - Río Santa Cruz - Eje NK
- Muestra Río Santa Cruz 3 – Tomada en el Punto 6 - Río Santa Cruz – Cola JC
- Muestra Río Santa Cruz 4 – Tomada en el Punto 8 - Río Santa Cruz, Ruta 3 (Piedrabuena).

No fue posible obtener muestras en la estación El Calafate ni en la estación Este, del lago Argentino, debido al oleaje.

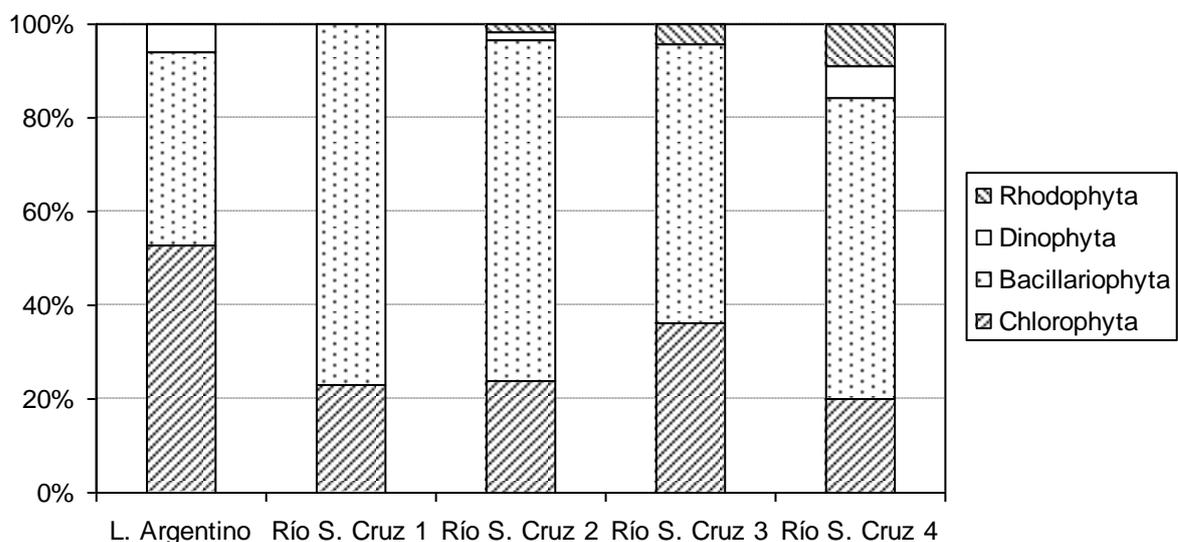


Figura 12. Abundancia relativa (%) de los principales grupos taxonómicos componentes del fitoplancton en el Lago Argentino y río Santa Cruz. Estación 1: Ruta 40 (Charles Fhur); Estación 2: Cola del embalse Cepernic; Estación 3: Eje del embalse Cepernic; Estación 4: Piedrabuena).

Lago Argentino (Brazo Sur)

La densidad del fitoplancton fue baja, aproximadamente la tercera parte de la registrada en el muestreo de marzo. Sólo tres grupos taxonómicos estuvieron presentes, a diferencia de los seis observados en el muestreo de verano. A su vez, cada uno de ellos con menor número de especies, manteniéndose la dominancia de los grupos registrados anteriormente: Chlorophyta > Bacillariophyta > Dinophyta (Figura 12).

Entre las Chlorophyta, sólo una de las tres especies dominantes en el muestreo anterior, se destacó por su mayor abundancia: *Staurodesmus triangularis* (especie de Desmidiaceae con adaptaciones a la vida planctónica). El grupo subdominante (Bacillariophyta) estuvo integrado por diatomeas céntricas (*Cyclotella* sp. *Aulacoseira pseudogranulata*) y pennadas (*Synedra*, *Nitzschia*, *Stenopterobia*) sin dominancia de alguna especie en particular. En el grupo de las Dinophyta sólo se observó *Gymnodinium* sp. en bajo número

Río Santa Cruz (Estaciones N° 1 a 4)

Tal como fue mencionado para el lago, en todas las estaciones de muestreo del río, la densidad del fitoplancton fue baja, incrementándose aguas abajo en las estaciones 2 y 3, con valores mínimos en la estación 4. Se registraron cuatro grupos taxonómicos: Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinophyta y Rhodophyta (Figura 12), similar a lo encontrado en el lago, agregándose aquí Rhodophyta, con especies filamentosas (*Audouinella* sp.) estas algas rojas se incrementaron aguas abajo, presentando gran mayoría diatomeas pennadas epífitas.

En general a lo largo del curso del río Santa Cruz, el fitoplancton se caracterizó por presentar los mismos taxones observados en el lago, con diferencias en el porcentaje de participación. Por ejemplo las algas verdes observadas en el Lago (*Staurodesmus triangularis*), disminuyeron en abundancia hacia la desembocadura (Estación 4, Piedrabuena), incrementándose las Bacillariophyta, grupo predominante en todas las estaciones de muestreo del río.

La mayor parte de los géneros de diatomeas observados, fueron taxones meroplanctónicos, principalmente *Aulacoseira pseudogranulata* entre las formas céntricas y, diversas especies de diatomeas pennadas (quizás por resuspensión desde el fondo). Entre las últimas, también se observaron formas ticoplanctónicas, probablemente por desprendimiento desde substratos sumergidos (piedras del fondo o de la costa). La presencia de un característico plancton de arrastre fue observado a lo largo de todo el curso del río, con una mayor variedad de especies aguas abajo del mismo.

No se adicionan especies a las ya mencionadas en la primera campaña (ver Tabla 6-1 “Lista de los principales taxones de algas registrados en el Lago Argentino (L. Arg) y río Sta. Cruz (RSC)” en el Punto 6 del Capítulo 4 del EIA).

2.4 ZOOPLANCTON

En el lago Argentino la abundancia del zooplancton fue nula en el estrato superficial. En igual sentido en la zona donde se emplazará la Presa Néstor Kirchner, el zooplancton disminuyó casi 100% con menos de un individuo por litro. En el río Santa Cruz la abundancia fue nula en los sitios Cola Jorge Cepernic con escasos individuos en río Sta. Cruz estación Piedrabuena (menos de un individuo por litro).

Tabla 1. Zooplancton del Lago Argentino, Río Santa Cruz y Presa Néstor Kirchner (Argentina).

	Lago Arg. - Brazo Sur (L. Arg.1)	Río Sta. Cruz - Ruta 40 (RSC 1)	Río Sta. Cruz - Eje de NK (RSC 2)	Río Sta. Cruz - Cola de JC (RSC 3)	Río Sta. Cruz - Piedrabuena (RSC 4)
ROTIFERA					
Bdelloidea		x	x		x
<i>Keratella cochlearis</i>		x			
<i>Keratella sp.</i>			x		
CLADOCERA					
Caparacho	x	x	x		
COPEPODA					
Nauplio		x	x		
Calanoideo juvenil		x			

La riqueza (número de taxa) varió entre 0 y 5 (Tabla 1) correspondiendo al Lago Argentino y del río al río Santa Cruz en estación Ruta 40, respectivamente (Tabla 1). En general la riqueza disminuyó más de 50% respecto de los valores registrados en marzo del mismo año en todos los sitios considerados.

En la estación Eje de NK y en el río Santa Cruz a la altura de la Ruta 40 (Tabla 1) se observó la mayor riqueza. En consecuencia se puede apreciar que la diversidad en el río Santa Cruz tuvo un gradiente desde los ambientes acuáticos cordilleranos hacia la estepa patagónica en coincidencia con lo observado por Menu Marque y Marinone (1986).

En el Lago Argentino no se registró la presencia de plankteres, aunque es probable que se encuentren algunas especies a mayor profundidad (especialmente los micro-crustáceos copépodos) que migran cuando las condiciones del viento son muy fuertes o las temperaturas son bajas. La temperatura, el viento y el fitoplancton escaso, son condicionantes en lagos oligotróficos especialmente en invierno. Hay escasa información para ambientes acuáticos patagónicos tomados en la época invernal. No es posible establecer el límite térmico inferior en el que las poblaciones limitan su crecimiento. Si bien todo parece indicar, que se produce una fuerte reducción de la abundancia y de la riqueza de especies y de formas de vida en el plancton.

Bdelloidea fue el taxa dominante en el río Santa Cruz en este período invernal, caracterizados por su condición de reptadores y/o sésiles, que les permite adherirse a sustratos para no ser arrasados por la corriente del agua. Si bien fueron los más abundantes no superan un individuo por litro.

Keratella cochlearis se encontró solo en este río en la intersección de la ruta 40 (Tabla 1), esta especie sobrevivió a la disminución importante de la temperatura corroborando su condición euritérmica. Sin embargo la diversidad de este género señalada para los ambientes lénticos y lóticos de la Patagonia todavía carece de suficiente información en ambientes patagónicos (Modenutti y otros, 1998; Menu Marque y Marinone, 1986).

Solo algunos trozos de Cladóceros (caparachos de las pulgas de agua) persisten, estos restos de la biomasa de micro-crustáceos demuestran que se encontraban en el período estival. En el río Sta. Cruz, en el Eje de NK se encontró un solo estadio juvenil de Calanoida y escasos estadios larvales de copépodos.

El registro de copépodos y de cladóceros es importante desde el punto de vista trófico, porque son el sustento de peces de pequeña talla y de alevinos de especies de mayor porte luego de la reabsorción del saco vitelino en la fase temprana de su desarrollo. De este estudio emerge la duda respecto de la escases del zooplancton, especialmente de los animales de mayor talla.

La explicación podría relacionarse con la fuerte predación por los peces que pueden seleccionar visualmente el alimento, aunque podría deberse a la predación por invertebrados, lo que agregaría un paso más en la malla trófica (Menu Marque y Marinone, 1986). Ambas situaciones tienen diferente aprovechamiento energético del recurso.

En ambientes similares de la región patagónica se menciona que el pejerrey es uno de los peces potencialmente consumidores de zooplancton aunque se lo considera de hábito trófico oportunista y varía de un ambiente a otro (Menu Marque y Marinone, 1986). Los interrogantes sobre las características del zooplancton, especialmente sobre las especies registradas por otros autores (Paggi, 1981) se podrán dilucidar mediante estudios de mayor periodicidad y continuidad en el tiempo.

Como era de esperar, no se encontraron especies indicadoras de condición eutrófica, por el contrario, las características de la colectividad es coherente con la de los ambientes oligotróficos o ultraoligotróficos.

2.5 FAUNA BENTICA

Es escasa la información disponible referida a los invertebrados de los ríos patagónicos para el periodo invernal (Miserendino, 2009) debido a que en esta época las bajas temperaturas y la velocidad de la corriente determinan que sus poblaciones disminuyan notablemente respecto de otras épocas del año. Los antecedentes para el río Santa Cruz están referidos a un muestreo intensivo realizado en setiembre de 2010 (Tagliaferro et al 2013).

Como fuera mencionado anteriormente, el muestreo de los invertebrados fue realizado en Julio de 2015 cuando el río tenía temperatura del agua de 3 a 4°C, según la ubicación seleccionada. La velocidad de la corriente estaba comprendida entre 1,7 a 2 m.s⁻¹. Las colectas se realizaron en curso del río Santa Cruz, en los veriles (estancia El Rincón) y también, en el área costera, debajo de la superficie cubierta por la nieve, en el área situada apenas 10 cm por encima de la lámina de agua (n=18). La metodología utilizada se describe en el Anexo I.

Las diferentes familias y géneros fueron identificados de acuerdo a Lopretto y Tell (1995) y Domínguez y Fernández (2009). Los resultados fueron expresados en abundancia relativa de cada taxa (%) y se informa la frecuencia de ocurrencia de cada taxa en las muestras de cada tipo de hábitat.

Cada taxa fue asignado a diferentes grupos funcionales siguiendo a Merritt y Cummins, (1996), basados en 4 categorías nutricionales de recursos: detritus (materia orgánica particulada gruesa y fina), perifiton, algas filamentosas vivas y presas, con el fin de determinar la potencial utilización del hábitat por los invertebrados.

2.5.1 Resultados

En el muestreo realizado se encontraron en total 7 familias de invertebrados (Tabla 2) que fueron colectadas en la estación de muestreo Ruta 40, en las proximidades de Estancia El Rincón, correspondiendo al área que ocupará el futuro embalse NK. A excepción de copépodos (Harpacticoidea) no se encontraron invertebrados en el curso del río y no se registró ningún taxa debajo de las áreas cubiertas por nieve.

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia (%) y grupo funcional de los taxa registrados en los distintos tipos de hábitat. RE: recolectores, CF: colectores filtradores, RA: raspadores, PA: partidores, DPR: depredadores. ne: no encontrado

	R. Sta. Cruz	Debajo de nieve	Veriles (Ea Rincón)
Naididae RE	Ne	Ne	En el material vegetal
Copepoda Harpacticoidea	100	Ne	Ne
Amphipoda <i>Hyalella</i> sp. RE PA	Ne	Ne	40
Baetidae <i>Andesiops</i> sp. RA, RE	Ne	Ne	15
Leptophlebiidae <i>Meridialaris</i> sp. RA, RE	Ne	Ne	5
Elmidae RA RE	Ne	Ne	16,6
Hydrosychidae <i>Smicridea</i> sp. CF	Ne	Ne	Ne
Chironominae RE	Ne	Ne	13,6
Empididae DPR	Ne	Ne	Ne
Tipulidae PA	Ne	Ne	Ne
Simulidae CF	Ne	Ne	Ne
Lymnaea sp. RA	Ne	Ne	10
Riqueza de taxa promedio	1	0	7
N	6	6	6

El biofilm, que desempeña una función importante en el metabolismo de los ecosistemas acuáticos no fue observado sobre el sustrato rocoso en el curso principal del río en este período.

El anfípodo (*Hyalella* sp.) fue el taxa dominante en número de individuos en Estancia El Rincón representando 40 % del total de los invertebrados (Tabla 2).

Las especies de *Hyalella* fueron encontradas desde Canadá a Sud-América en el área litoral de lagos glaciares (Thorp y Covich 2001) y están adaptadas a un amplio rango de temperatura. En general la tasa de crecimiento de los individuos está limitada por la temperatura del agua y determina movimientos desde la zona profunda hacia la zona litoral en busca de la temperatura óptima. La temperatura influye marcadamente en la abundancia de las poblaciones de las diferentes especies de *Hyalella*, que tienen su óptimo entre 10 y 25 °C y comienzan su periodo reproductivo con temperatura superior a 20°C (Wetzel 2001). El hecho de encontrar individuos adultos en el río Santa Cruz está indicando que pasan como adultos el invierno.

Las larvas de mosquitos no picadores de la familia Chironomidae, las larvas del coleóptero Elmidae, las ninfas de primer estadio de las efeméras de las familias Baetidae y Leptophlebiidae, y el molusco *Lymnaea* fueron abundantes y tuvieron alta frecuencia de ocurrencia (Tabla 2).

Los oligoquetos (Naididae), que en Marzo de 2015 representaban la familia dominante llegando a conformar 47% del total, solo se encontraron en el interior de los restos vegetales (pequeños troncos) arrastrados por el agua.

A diferencia del muestreo realizado en Marzo con la misma técnica y la misma unidad de esfuerzo, no se registraron larvas de Empididae, Simulidae y Tipulidae (Insecta, Diptera) ni larvas del tricóptero *Smicridea*.

Andesiops tiene amplia distribución en el río Santa Cruz (Tagliaferro et al. 2013) y las poblaciones de las dos especies de este género más frecuentes en los ríos de la Patagonia argentina tienen un ciclo de vida adaptado a la región con la puesta de huevos al final del verano y el desarrollo de las larvas en otoño e invierno después de un corto periodo de incubación (Epele et al 2011). Esta sería la posible explicación por la cual en el muestreo realizado se encontraron mayoritariamente larvas de tamaño pequeño (primeros estadios), lo que dificultó las determinaciones taxonómicas a mejor nivel de resolución. Las ninfas de *Meridialaris* estuvieron escasamente representadas y tuvieron baja frecuencia de ocurrencia en el muestreo (Tabla 2).

2.5.2 Utilización potencial de los diferentes hábitats por los invertebrados

Según las categorías tróficas asignadas a cada uno de los invertebrados encontrados en este muestreo se puede inferir la utilización potencial del hábitat por los invertebrados. Para una estimación más precisa se necesita realizar estudios más detallados que comprendan el análisis del alimento consumido por cada organismo, lo que escapa a las posibilidades de este estudio.

Los invertebrados raspadores fueron el grupo dominante sobre la base de su abundancia relativa representados por las larvas de Elmidae, el molusco *Lymnaea* y las ninfas de efemeróptera (Tabla 2). Los recolectores-partidores aumentaron su proporción respecto del muestreo anterior debido al incremento en la abundancia relativa de los adultos de *Hyalella*.

A manera de resumen, la riqueza de invertebrados disminuyó durante el invierno. A pesar de la baja temperatura del agua y la velocidad de la corriente en el área del muestreo se registraron 7 taxa de invertebrados en Ea. el Rincón que constituye un área potencial para la alimentación de los peces. Es de destacar que esta oferta es inferior a la encontrada en el muestreo anterior debido al pequeño tamaño de las ninfas de efeméras registradas en esta segunda campaña. Los adultos de *Hyalella*, fueron los de mayor biomasa individual, y las larvas del coleóptero Elmidae constituirían un eslabón clave de las mallas tróficas y representan una importante oferta para las especies depredadoras.

3 **BIBLIOGRAFIA**

- ALBARIÑO R.J. y E.G. BALSEIRO. 2002. Leaf litter breakdown in Patagonian streams: native vs. exotic trees and the effect of invertebrate size. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 12: 181-192.
- ALLAN J.D. y CASTILLO M.A. 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, 2nd ed. Springer, The Netherlands. 400pp.
- DOMÍNGUEZ E. y FERNÁNDEZ H.R. (Eds.). 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- EPELE L.B., MISERENDINO M.L. y P. PESSACQ. 2011. Life history, seasonal variation and production of *Andesiops torrens* (Lugo-Ortiz and McCafferty) and *Andesiops peruvianus* (Ulmer) (Ephemeroptera: Baetidae) in a headwater Patagonian stream. *Limnologia* 41: 57–62.
- JOSÉ DE PAGGI, S., 1990. Ecological and biogeographical remarks on the rotifer fauna of Argentina. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 23:297-311.
- LOPRETTO E.C. Y G. TELL (eds.). 1995. *Ecosistemas de aguas continentales. Metodología para su estudio*. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. 1401 pp.
- MENU MARQUE, S. y M. C. MARINONE. 1986. El zooplancton de seis lagos de Chubut (Argentina) y sus probables relaciones con la ictiofauna y algunos factores ambientales. En: Vila, I. y E. Fagetti (Eds.). *Trabajos presentados al Taller Inv. Ecol. y Manejo de peces en lagos y embalses*, Santiago, Chile: 5-10 noviembre 1984, COPESCAL Doc. Téc., 4: 90-114.
- MERRITT R.W. y K.W. CUMMINS (Eds.). 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America* (3ª edición). Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA. 862 pp.
- MISERENDINO M.L. 2009. Effects of flow regulation, basin characteristics and land-use on macroinvertebrate communities in a large arid Patagonian river. *Biodivers. Conserv.* 18: 1921–1943.
- MODENUTTI, B., E. BALSEIRO, M. DEL C. DIEGUEZ, C. QUEIMALINOS y R. ALBARIÑO. 1998. Heterogeneity of fresh-water Patagonia ecosystems. *Ecología Austral* 8(2): 155-165.
- PAGGI, J. C., 1891. Observaciones sobre el zooplancton de algunos lagos de la Patagonia extrandina. I Rotíferos. *Studies Neotrop. Fauna. Envir.* 16: 23-37.
- TAGLIAFERRO M., MISERENDINO M.L., LIBEROFF A., QUIROGA A. y M. PASCUAL. 2013. Dams in the last large free-flowing rivers of Patagonia, the Santa Cruz River, environmental features, and macroinvertebrate community. *Limnologia* 43 (2013) 500–509.
- THORP J.H. Y A.P. COVICH. 2001. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, San Diego, USA. 1056 pp.
- WETZEL R. G. 2001. *Limnology: lake and river ecosystems*. Academic Press. San Diego. 1006 pp.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE SANTA CRUZ

ADENDA - SEGUNDA CAMPAÑA LIMNOLOGICA (JULIO 2015)

ANEXO I – PARÁMETROS ANALIZADOS



ANEXO I – PARÁMETROS ANALIZADOS

Todos los trabajos fueron realizados por el Dr. Juan José Neiff, quien portó equipos, el instrumental debidamente calibrado y envases acondicionados para la toma de muestras. Las muestras se acondicionaron en conservadoras térmicas y fueron transportadas por el Dr. Neiff hasta los laboratorios de CECOAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral), quien tuvo a su cargo los análisis de laboratorio.

La descripción de los parámetros analizados (aniones y cationes mayoritarios, metales pesados, HTP, agroquímicos, PCBs, fitoplancton, zooplancton, bentos, entre otros) y de las técnicas analíticas utilizadas se detalla a continuación. Estos son coherentes con las especificaciones de la Disposición 04/96 de la Autoridad de Aplicación de calidad de los recursos hídricos de la Provincia de Santa Cruz. Para los registros de parámetros de campo, la toma de muestras, la conservación y transporte se cumplió con la directiva mencionada, siguiendo además los lineamientos de APHA^{20th}. en casos en los que no habían especificaciones consignadas en la Disposición 04/96.

En campo se realizaron las siguientes mediciones:

- El posicionamiento se realizó con un GPS Garmin 76 C.
- La profundidad, hasta 50 metros se midió con ecosonda de lectura digital Auerbüc y con la ecosonda fija en la embarcación.
- Temperatura del aire con termómetro de mercurio y del agua, con termómetro digital. La temperatura superficial se tomó con termómetro digital a 30-50cm de profundidad. Para los perfiles verticales se utilizó una botella tipo Van Dorn de 4 L de capacidad, en cuyo interior portaba un termómetro de alcohol, con graduación de 0,1°C. La botella bajaba en posición horizontal, con las tapas abiertas y, llegada a la profundidad deseada, se disparaba un mensajero que se deslizaba por el cable para liberar el mecanismo que cerraba la botella en ambos extremos. La botella era rápidamente izada a superficie para medir la temperatura del agua.
- Transparencia con disco de Secchi y color aparente, valoración cualitativa, confrontada en laboratorio.
- pH, con peachímetro digital Hanna, con lectura a 0,02 unidades
- Conductividad eléctrica del agua, con conductímetro electrónico digital Hanna, de rango 0,2-100 µS/cm.
- Oxígeno disuelto, con oxímetro polarográfico Hanna, valores expresados en mg/L y % de saturación.
- Los sólidos suspendidos se evaluaron por gravimetría, utilizando filtros prepesados, de membrana de acetato de celusa, de 0,45µ de poro, por filtrado de 0,5 L en un equipo de filtrado Millipore, conectado a bomba de vacío.
- Se exploró visualmente la presencia de macrófitos litorales.

Adicionalmente se tomaron muestras para analizar en laboratorio:

- La turbidez se midió con turbidímetro Orion.
- Color aparente. Sobre filtros de acetato de celulosa, luego de filtrar 500 mL de muestra. Se utilizó la comparación visual de colores con la tabla triaxial de Münsell.



- Concentración de clorofila.
Método: Fluorométrico (APHA, 1995)
La determinación se realiza sobre una muestra de 500 mL, fijada en campo con solución de CO^3Mg 0,3 molar.
Equipos: Fluorómetro Aminco – Equipo de filtración al vacío Millipore.
Se concentra la muestra por filtración. Los pigmentos se extraen del concentrado con metanol. Se mide la absorbancia antes y después de acidificar a 750 y 665 nm. Límite de detección: 5ug/L
- Amonio
Método: Sal de fenol (SM¹ 4500 D)
Equipo: Uv Vis Spectrophotometer Metrolab 1700. El nitrógeno amoniacal reacciona con el fenol y el hipoclorito dando azul de indofenol, la reacción transcurre a temperatura ambiente. El color desarrollado se mide con espectrofotómetro a 630 nm de longitud de onda. Límite de detección: 5 ug/L
- Cloruros
Método: Nitrato mercúrico (SM 4500 C)
El cloruro es titulado con nitrato mercúrico a pH ácido con formación de cloruro mercúrico. En el punto final, el exceso de Hg^{2+} produce color violeta. La mezcla indicadora está formada por difenilcarbazona y azul de bromofenol.
Límite de detección: 3 mg/L
- Demanda química de oxígeno
Método: Reflujo Abierto (SM 5220 B)
Se utiliza como una medida del contenido de materia orgánica de una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. La oxidación de la mayoría de los compuestos orgánicos es del 95 al 100 % del valor teórico.
Se somete a reflujo una muestra en una solución ácida fuerte con un exceso conocido de dicromato de potasio. Después de la digestión, el dicromato de potasio no reducido que quede se determina con sulfato ferroso amónico para determinar la cantidad consumida y calcular la materia orgánica oxidable en términos de mg Oxígeno/L. Se utiliza ferroína como indicador.
Límite de detección: 5 mg/O.L
- Dureza
Método: Titulométrico con EDTA (SM 2340 C)
Una solución de iones Calcio y Magnesio a un pH 10 ± 1 con indicador Negro de Eriocromo T, forma con el EDTA un complejo de quelato soluble. Cuando todos los iones calcio y magnesio están incluidos en el complejo, la solución virará del rojo vinoso al azul.
Límite de detección: mg CaCO_3 /L
- Fósforo soluble (ortofosfatos)
Método: Ácido Ascórbico (SM 4500 - P - E)
Equipo: espectrofotómetro Uv Vis Metrolab 1700
Las muestras se digieren previamente con persulfato de amonio. En medio ácido, los fosfatos reaccionan con el molibdato amónico y el tartrato antimonílico potásico formando heteropoliácido fosfomolibdico que en presencia de un reductor, como el ácido ascórbico, da un compuesto de color azul cuya concentración se mide a 880 nm.
Límite de detección: 0,5ug/L

¹ SM, abreviatura de Standard Method, APHA, 20th Ed.



- **Magnesio**
Método: Cálculo (SM 3500 E)
El calcio se determina directamente con EDTA, cuando el pH de la solución es lo suficientemente elevado para que precipite el Magnesio como Hidróxido. Se utiliza como indicador Purpurado de Amonio (Murexide)
Límite de detección: 0,0005 mg/L
- **Nitrato (N-NO₃)**
Método: Reducción de cadmio (SM 4500 E)
Equipo: espectrofotómetro Uv Vis Metrolab 1700
La muestra acondicionada con una solución buffer de pH 8, debe pasar por una columna rellena con limaduras de cadmio tratadas con sulfato de cobre, produciéndose de esta manera una reducción cuantitativa de los nitratos a nitritos. Estos son cuantificados con la técnica descrita anteriormente. La medición incluye la suma de los nitratos más nitritos presentes en la muestra.
Límite de detección: 0,2 ug/L
- **Nitrito (N-NO₂)**
Método: Colorimétrico (SM 4500 B)
Equipo: espectrofotómetro Uv Vis Metrolab 1700
En medio ácido, los nitritos presentes pasan a ácido nitroso. Este, por el agregado de sulfanilamida (diazotación), forma una sal que se combina con una segunda amina aromática dihidroclorhidrato de N – 1- naftiletildiamina (acoplamiento), dando un colorante azo de un color rosa fuerte cuya concentración se mide en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 543 nm.
Límite de detección: 0,3 ug/L
- **Sodio y Potasio**
Método: Espectrofotometría de absorción atómica (SM 3110)
Equipo: Arolab mk IV
La muestra es aspirada por el equipo y nebulizada dentro de una llama con determinadas características (oxidante o reductora). Los átomos del elemento analizado, absorben parte de la radiación proveniente de una lámpara de cátodo hueco específica. La absorción de esa señal, total o parcial, es proporcional a la concentración del analito, respondiendo a las leyes de Lambert y Beer.
Límite de detección: Na: 0,002mg/L; K: 0,005mg/L
- **Sulfatos**
Método: Turbidimétrico (SM 4500 E)
Equipo: espectrofotómetro Uv Vis Metrolab 1700
El sulfato presente en las muestras es precipitado con cloruro de bario en medio ácido, se forman cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme, los que se mantienen en suspensión agregando una mezcla estabilizadora. Se mide la absorbancia luminosa de la suspensión de sulfato de bario con espectrofotómetro a 420 nm y se determina la concentración de sulfato por comparación de la lectura con una curva patrón.
Límite de detección: 1 mg/L
- **Calcio**
Método: El calcio se determina sobre muestra filtrada con filtro de membrana de acetato de celulosa de 0,45u de poro, mediante absorción atómica, como indica la técnica del Standard Methods (APHA 20th. Ed.), técnica 3500B.



- Bicarbonatos
Método: potenciométrico (APHA, 20th Ed.), con balance ácido-base, utilizando CIH 0,05N y una solución de CO_3Na 0,1N hasta alcanzar pH 4,5-5,0.
- Hidrocarburos (*). Los Hidrocarburos totales del petróleo se determinaron por extracción de los compuestos orgánicos no polares de la muestra, hidrocarburos del petróleo con tetracloruro de carbono. La muestra se analiza luego mediante lectura en espectrofotómetro en la longitud de onda de 2 930 cm^{-1} luego se confronta el valor obtenido con una curva de calibración para tres hidrocarburos.
- Pesticidas Organoclorados y PCBs (*)
Método: Extracción líquido – líquido con cromatografía de gases (EPA 508)
Se extraen los pesticidas con un disolvente mixto, ya sea dietil éter – hexano o cloruro de metileno – hexano. El extracto se concentra por evaporación y, si es necesario, se limpia mediante una cromatografía adsorción en columna. Los pesticidas individuales se determinan, por lo tanto, mediante cromatografía de gases.

Al pasar cada componente a través del detector, se mide un cambio cuantitativamente proporcional en señal eléctrica sobre un gráfico registrador. Cada componente se observa como un pico en el gráfico de registro. El tiempo de retención constituye un indicio de cada pesticida particular y la relación altura del pico/ área del pico es proporcional a su concentración. Límite de detección: trazas.
- Metales pesados. (**) La muestra se almacena en botella de vidrio color caramelo, fijada con 1 mL de ácido nítrico.
Nivel de detección: trazas, se indica en las planillas analíticas en cada caso.

Los análisis marcados con asterisco (*) se realizaron en la estación 3 (Lago Argentino Este), en la estación 5 (Río Santa Cruz – Eje NK), y en la estación 7 (Río Santa Cruz – Eje JC).

Los análisis marcados con asterisco (**) se realizaron en la estación 1 (Lago Argentino - Brazo Sur), en la estación 3 (Lago Argentino Este), en la estación 5 (Río Santa Cruz – Eje NK), y en la estación 7 (Río Santa Cruz – Eje JC).

Todas las determinaciones de laboratorio se realizaron de acuerdo a APHA, Standard Methods 1995, pudiendo utilizarse las mejoras presentadas en la 20th Ed. (APHA, 1999). Los análisis de pesticidas se realizaron de acuerdo a lo propuesto por EPA (Environmental Protection Agency).

Los métodos para el trabajo de campo, para la toma de muestras, para el acondicionamiento y transporte de las mismas, cumplieron en total acuerdo con las especificaciones de la Disposición 0496 de la Provincia de Santa Cruz.

Finalmente se tomaron muestras para caracterización de:

- Fitoplancton: Se realizó el muestreo de 200L de agua de la capa de 20-50cm de profundidad, con copo de 25 μ de apertura de malla, para análisis taxonómico y registro de entidades propias de condiciones de eutrofia cultural. Luego de homogeneizada la muestra, se tomaron submuestras que se colocaron en cámaras de ütermholl. Luego las muestras fueron observadas bajo microscopio invertido para el conteo de las algas presentes en las muestras.
- Zooplancton: Se extrajeron 200 litros de agua de cada punto de muestreo que fueron filtrados en una red 55 μ de apertura de malla. La fijación de la muestra se realizó con formol (4%). Los recuentos fueron realizados en cámaras de Bogorov y de Sedgwick-Rafter bajo microscopio convencional y microscopio estereoscópico siguiendo la normativa de APHA, 1995.



- Materiales del fondo (Bentos). Las muestras se tomaron con una red Surber o red de mano de 30 × 30 cm de lado y 250 µm de apertura de malla que es la aconsejada para ríos con lecho de gravas. La red Surber se coloca contracorriente y con la mano se limpia y remueve todo el sustrato comprendido en el área determinada por la Surber, hasta una profundidad de 10-30 cm, asegurando que los animales y el sedimento fino liberados ingresen dentro de la red (Rodríguez Capítulo et al. 2009). Las muestras fueron fijadas en etanol al 70% y, en el laboratorio se procedió a separar a los invertebrados del sustrato y a la identificación al nivel taxonómico más detallado posible.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO
SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER
Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE
SANTA CRUZ

ADENDA - SEGUNDA CAMPAÑA LIMNOLOGICA (JULIO 2015)

ANEXO II – PROTOCOLOS



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar



Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ	12/07/2015	LAGO ARGENTINO BRAZO SUR
Coordenadas geográficas		
Latitud Sur		50° 19' 20"
Longitud Oeste		72° 58' 77"
Hora de inicio		10,15
Hora de finalización		s/d
Viento		Moderado NO, c/rafagas de 15 km/h.
Condiciones meteorológicas		Cielo Parcial nublado
Temperatura del aire (°C)		2,00
Temperatura del agua (°C)		6,10
Oxígeno disuelto (% de saturación)		97,9
Oxígeno disuelto (mg/L)		11,95
pH		7,60
Conductividad (µS/cm)		23
Profundidad (m)		237
Transparencia (m)		0,52

Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio

Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,65
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	28
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	12
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometría	0,1	15,68
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	< 3 (1)
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	2,5
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	1,20
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	1,50
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	0,90
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,60
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	9
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	10
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	15
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	5
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	n.d



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar

C E C O A L

Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ	14/07/2015	LAGO ARGENTINO CALAFATE
Coordenadas geográficas		
Latitud Sur		50° 13' 17"
Longitud Oeste		72° 14' 0,3"
Hora de comienzo		14
Hora de finalización		s/d
Viento		fuerte del SO 23 Km/hora
Condiciones meteorológicas		cielo: despejado
Temperatura del aire (°C)		3,10
Temperatura del agua (°C)		5,50
Oxígeno disuelto (% de saturación)		93
Oxígeno disuelto (mg/L)		11,60
pH		6,75
Conductividad (µS/cm)		25
Transparencia (m)		0,82

Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio

Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,60
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	30
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	10
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	3
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometría	0,1	10,12
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	3
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	1,80
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,00
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	0,80
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,35
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	12,5
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d
Amonio	µg /L	SM 4500 D	5	n.d
Fosfatos	µg /L	SM 4500 E	5	5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg /L	SM 4500 E	5	12
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	18
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	5
Clorofila "a"	µg /L	SM 10200 H	5	n.d



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291 Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar	  C E C O A L
---	--

Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ	14/07/2015	LAGO ARGENTINO ESTE -RIO STA CRUZ
Coordenadas geográficas		
Latitud Sur		50° 13' 51"
Longitud Oeste		72° 0,1' 32"
Hora de inicio		22,5
Hora de finalizacion		s/d
Viento		Muy fuerte SO
Condiciones meteorologicas		Cielo Parcial nublado
Temperatura del aire (°C)		3
Temperatura del agua (°C)		6,2
Oxígeno disuelto (% de saturación)		93
Oxígeno disuelto (mg/L)		11,3
pH		7,25
Conductividad (µS/cm)		24
Transparencia (m)		0,75

Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio

Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,70
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	29
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	10
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	3
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometria	0,1	5,94
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	2,50
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	1,90
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	1,85
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	0,80
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,30
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	13
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d.
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d.
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	< 5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	14,5
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	14
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	6
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	n.d.



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)		  C E C O A L		
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)				
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291				
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar				
<i>Descripción de las estaciones de muestreo</i>				
SANTA CRUZ	11/07/2015	RIO STA CRUZ		
		RUTA 40		
Coordenadas geográficas				
Latitud Sur		50° 15' 22"		
Longitud Oeste		71° 53' 07"		
Hora de comienzo		10,05		
Altitud		177 m.s.n.m.		
Viento		Moderado del O		
Condiciones meteorológicas		cielo despejado		
Temperatura del aire (°C)		3,50		
Temperatura del agua (°C)		4,20		
Oxígeno disuelto (% de saturación)		94		
Oxígeno disuelto (mg/L)		12,7		
pH		7,30		
Conductividad (µS/cm)		33		
Transparencia (m)		0,53		
Profundidad (m)		8,50		
Velocidad (m/s)		1,7 - 1,9		
<i>Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio</i>				
Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,75
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	36,5
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometría	0,1	9,3
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	12
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	3
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	4
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	2,25
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,40
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	1,00
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,60
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	16
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d.
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d.
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	15
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	10
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	5
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar



Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ		12/07/2015		RIO STA CRUZ N. KICHNER
Coordenadas geográficas				
Latitud Sur				50° 12' 44"
Longitud Oeste				70° 47' 9"
Hora de inicio				11,30
Hora de finalizacion				s/d
Viento				Suave / Moderado NO
Condiciones meteorologicas				Cielo parcial nublado
Temperatura del aire (°C)				5,00
Temperatura del agua (°C)				3,90
Oxígeno disuelto (% de saturación)				94
Oxígeno disuelto (mg/L)				12,7
pH				7,34
Conductividad (µS/cm)				34
Transparencia (m)				0,59

<i>Calidad de aguas:</i>				
Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,85
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	37,5
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	10
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	5
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometria	0,1	11,1
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	3
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	2,20
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,55
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	1,00
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,40
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	16
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d.
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d.
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	< 5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	18
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	16
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	6
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	n.d.



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)	CONICET	
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)		
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291		
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar		C E C O A L

Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ	12/07/2015	RIO SANTA CRUZ COLA CEPERNIC
Coordenadas geográficas		
Latitud Sur		50° 13' 35"
Longitud Oeste		70° 40' 22"
Hora de comienzo		11,3
Hora de finalización		s/d
Viento		Suave Moderado SO.
Condiciones meteorológicas		Cielo Parcial Nublado
Temperatura del aire (°C)		2
Temperatura del agua (°C)		3,20
Oxígeno disuelto (% de saturación)		95
Oxígeno disuelto (mg/L)		12,9
pH		6,93
Conductividad (µS/cm)		34
Transparencia (m)		0,65

Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio

Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,55
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	38
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	16
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	3
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometría	0,1	14,5
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	3,50
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	2,30
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,40
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	1,90
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,40
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	16
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	5,50
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	22
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	12
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	5
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	n.d



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)	CONICET	
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)		
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291		
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar		

<i>Descripción de las estaciones de muestreo</i>		
SANTA CRUZ	13/07/2015	RIO STA CRUZ EJE CEPERNIC
Coordenadas geográficas		
Latitud Sur		50° 11' 9"
Longitud Oeste		70° 7' 27"
Hora de comienzo		14,15
Hora de finalización		s/d
Viento		O - SO, suave
Condiciones meteorológicas		Nublado
Temperatura del aire (°C)		1,80
Temperatura del agua (°C)		3,20
Oxígeno disuelto (% de saturación)		95
Oxígeno disuelto (mg/L)		12,9
pH		7,40
Conductividad (µS/cm)		32
Transparencia (m)		0,65
Profundidad (m)		5 a 7
Velocidad (m)		05-jul

<i>Calidad de aguas: determinaciones realizadas en el laboratorio</i>				
Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,40
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	35
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometría	0,1	17,09
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	14
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	3
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	2
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	2,10
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,25
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	0,95
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	0,36
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	14,5
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d
Amonio	µg/L	SM 4500 D	5	n.d
Fosfatos	µg/L	SM 4500 E	5	5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg/L	SM 4500 E	5	20
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	22
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	12
Clorofila "a"	µg/L	SM 10200 H	5	n.d



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes Casilla de Correo 291
Tel. (03794) 454418 Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar

Descripción de las estaciones de muestreo

SANTA CRUZ		13/07/2015		RIO STA CRUZ R, 3 - PIEDRA BUENA
Coordenadas geográficas				
Latitud Sur				49° 59' 53"
Longitud Oeste				68° 55' 37"
Hora				s/d
Viento				Calmo
Condiciones meteorológicas				Parcial nublado
Temperatura del aire (°C)				3,00
Temperatura del agua (°C)				2,80
Oxígeno disuelto (% de saturación)				97
Oxígeno disuelto (mg/L)				13,1
pH				7,50
Conductividad (µS/cm)				32
Transparencia				0,68

<i>Calidad de aguas: determinaciones realizadas</i>				
Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	Resultados
pH	Unidades	SM 4500 B	0,01	6,70
Conductividad (25°C)	µS/cm	SM 2510 B	1	36
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	10	12
Cloruros	mg/L	SM 4500 C	3	5
Sulfatos	mg/L	SM 4500 E	1	3
Turbidez	Unidades NTU	Nefelometria	0,1	17,22
Calcio	mg/L	SM 3500 B	0,003	2,20
Magnesio	mg/L	SM 3500 B	0,0005	2,40
Sodio	mg/L	SM 3500 B	0,002	2,30
Potasio	mg/L	SM 3500 B	0,005	1,00
Dureza	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	5	15,5
Nitratos + Nitritos	µg (NO ₂ ⁻¹ +NO ₃ ⁻¹)/L	SM 4500 E	5	n.d
Amonio	µg /L	SM 4500 D	5	n.d
Fosfatos	µg /L	SM 4500 E	5	< 5
Fósforo Total (dis.+part.)	µg /L	SM 4500 E	5	18
D.Q.O (dis.+part.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	22
D.Q.O (dis.)	mg O ₂ /L	SM 5220 B	5	8
Clorofila "a"	µg /L	SM 10200 H	5	n.d



Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)			CONICET	
Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes.	Tel.-Fax: (03794) 454421 E-mail: info@cecoal-conicet.gov.ar				UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE
Determinación de plaguicidas por cromatografía gaseosa en muestras de agua superficial.					C E C O A L
Compuestos	Límite de detección (ng/g; ppb)	L. Argentino: ESTE	R.Sta. Cruz Eje Kirchner	R.Sta.Cruz Eje Cepernic	
ALFA HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
BETA HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH)	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
LINDANO (GAMMA HCH)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
ALDRIN (ALD)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
ENDRIN (END)	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
DIELDRIN(DLD)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
HEPTACLORO (HC)	(0,03)	n.d.	n.d.	n.d.	
HEPTACLORO EPOXIDO (HCE)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
CLORDANOS (Isómeros α y γ y Oxiclordano)	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
DDT + METABOLITOS (Isómeros del DDE y TDE)	(0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	
MIREX -MRX- (Sulfuramida)	(0,08)	n.d.	n.d.	n.d.	
FIPRONIL	(0,08)	n.d.	n.d.	n.d.	
METOXICLORO (MOC)	(0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	
HEXAACLOBOENCENO (HCB)	(0,02)	n.d.	n.d.	n.d.	
PCB (A1016, A1232, A 1248, A 1254, A1260, A1242)	(0,3)	n.d.	n.d.	n.d.	
ENDOSULFAN (Isómeros α y β)	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
CAPTÁN	(0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	
FOLPET	(0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	
METIL PARATIÓN	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
PARATIÓN	(0,05)	n.d.	n.d.	n.d.	
MALATIÓN	(0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	
CLORFENVINFÓS	(0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	
CLORPIRIFÓS	(0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	
FENOTROTIÓN	(0,1)	n.d.	n.d.	n.d.	
ETIÓN	(0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	
DIAZINON	(0,2)	n.d.	n.d.	n.d.	
PERMETRINA	(0,4)	n.d.	n.d.	n.d.	
TETRAMETRINA	(0,4)	n.d.	n.d.	n.d.	
CIPERMETRINA	(0,4)	n.d.	n.d.	n.d.	
FENVALERATO	(0,4)	n.d.	n.d.	n.d.	
DELTAMETRINA	(0,4)	n.d.	n.d.	n.d.	
GLIFOSATO	(0,6)	n.d.	n.d.	n.d.	
OTROS COMPUESTOS ORGÁNICOS					
HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETROLEO	0,2 mg/l	n.d.	n.d.	n.d.	

VALORACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DEL SISTEMA: LAGO ARGENTINO - RÍO SANTA CRUZ

Calidad de aguas: determinaciones de laboratorio							
Parámetros	Unidad	Método aplicado	Límites de detección	L. Argentino. Brazo Sur	L. Argentino Este	R. Sta.Cruz Eje Kirchner	R. Sta. Cruz Eje Cepernic
				Muestra entera	Muestra entera	Muestra entera	Muestra entera
Arsénico	mg/L	EPA 6020	0,00002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bario	mg/L	EPA 6020	0,000006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Berilio	mg/L	EPA 6020	0,0000056	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Boro	mg/L	EPA 6020	0,000031	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cadmio	mg/L	EPA 6020	0,000004	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cobalto	mg/L	EPA 6020	0,0000018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cobre	mg/L	EPA 6020	0,000008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cromo total	mg/L	EPA 6020	0,000007	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hierro	mg/L	EPA 7000 A	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganeso	mg/L	EPA 6020	0,0000042	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mercurio	mg/L	EPA 6020	0,000005	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Níquel	mg/L	EPA 6020	0,00003	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Plata	mg/L	EPA 6020	0,0000016	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Plomo	mg/L	EPA 6020	0,000004	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Selenio	mg/L	EPA 6020	0,00015	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanadio	mg/L	EPA 6020	0,0000027	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zinc	mg/L	EPA 6020	0,000025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Tel.-Fax: (0379) 4454421



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE SANTA CRUZ

ADENDA - SEGUNDA CAMPAÑA LIMNOLOGICA (JULIO 2015)

ANEXO III – NIVELES GUÍAS

INDICE

1	NIVELES GUÍA PROVINCIALES Y NACIONALES	2
1.1	DISPOSICIÓN 4/1996	2
1.2	DECRETO 831/93	2
1.3	NIVELES GUÍA NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE DE LA SUBSECRETARÍA RECURSOS HÍDRICOS	3
2	NIVELES GUÍA INCLUIDOS COMO REFERENCIA	4
2.1	NIVELES GUÍAS MUNDIALES (OMS)	4
2.2	NORMAS CANADIENSES	4
2.3	NORMAS ESTADOUNIDENSES	5
3	TABLA RESUMEN	6



1 NIVELES GUÍA PROVINCIALES Y NACIONALES

1.1 DISPOSICIÓN 4/1996

El Anexo III de la Disposición 4/1996 de la Provincia de Santa Cruz contiene parámetros de Calidad para las Fuentes de Agua. También define Técnicas de Muestreo y los Métodos de Análisis.

1.2 DECRETO 831/93

A nivel nacional existe un marco regulatorio efectivamente vigente para los residuos peligrosos desde 1991, sancionada por la Ley 24.051 de RR.PP. y su decreto reglamentario 831/93 (http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/residuos/dec831/dec831_93.htm). Este decreto posee una serie de anexos, conteniendo el Anexo II los niveles guías para diferentes medios:

- Tabla 1 - Niveles guía de calidad de agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional.
- Tabla 2 - Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática. Agua dulce superficial.
- Tabla 3 - Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática. Aguas saladas superficiales.
- Tabla 4 - Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática. Aguas salobres superficiales.
- Tabla 5 - Niveles guía de calidad de agua para irrigación.
- Tabla 6 - Niveles guía de calidad de agua para bebida de ganado.
- Tabla 7 - Niveles guía de calidad de agua para recreación.
- Tabla 8 - Niveles guía de calidad de agua para pesca industrial.
- Tabla 9 - Niveles guía de calidad suelos (ug/g peso seco).
- Tabla 10 - Niveles guía de calidad del aire ambiental.
- Tabla 11 - Estándares de emisiones gaseosas.

Estos niveles se definieron, dependiendo del parámetro analizado, en base a:

- Guías para la Calidad del Agua Potable. Organización Mundial de la Salud – 1985.
- Canadian Water Quality Guidelines. Canadian Council of Resource and Environmental Ministers 1987. (Concentración máxima aceptable).
- Environmental Protection Agency. Part V. Water Quality Criteria Documents. Availability. Federal Register 45 (231), 79318 - 79379, noviembre, 1980.
- New USEPA National Primary Drinking Water Regulations. (Tomado de: World Water Environmental Engineer, 1991, pag. 4) (Máximo Nivel de Contaminante)



- EC Drinking Water Directive. List of parameters. Tomado de: Michael Carney, 1991. European Drinking Waters Standards. Journal of the American of the American Water Works Association. Junio 1991, pags. 48-55.
- Legislación Federal de Brasil. Res. CONAMA (Consejo Nacional de Medio Ambiente). Junio, 1986. Tomado de Coletânea de Legislação Ambiental Federal - Estadual, Governo do Estado Paraná. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e do Medio Ambiente, 1991.
- Legislación Federal de Brasil. Res. CONAMA (Consejo Nacional de Medio Ambiente). Junio, 1986. Tomado de Coletânea de Legislação Ambiental Federal - Estadual, Governo do Estado Paraná. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e do Medio Ambiente, 1991.
- Analyse des Trinkwassers im Versorgungsgebiet Stadtwerke Düsseldorf AG, 1991.
- Obras Sanitarias de la Nación. Normas mínimas de Calidad de Agua Producida y Liberada al Servicio. Metas Futuras (1993 - 198 - 20001).
- Selección de los niveles guía de calidad de agua en función de los diferentes usos del recurso. Cuenca del Plata, República Argentina, 1987.
- FAO, 1985 - Máximas concentraciones de elementos trazas en agua de irrigación. Tomado de: Kandiah, A. 1987. - Water Quality in Food Production - Water Quality Bulletin. - Water for Agriculture - Part. 1, Vol. 12, pp 3 - 8.

1.3 NIVELES GUÍA NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE DE LA SUBSECRETARÍA RECURSOS HÍDRICOS

La Subsecretaría Recursos Hídricos de la Nación ha definido niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente. Los mismos han sido determinados con relación a diferentes usos tales como: preservación de la biota acuática, provisión para consumo humano, utilización con fines recreativos, irrigación y abrevadero de ganado.



2 NIVELES GUÍA INCLUIDOS COMO REFERENCIA

2.1 NIVELES GUÍAS MUNDIALES (OMS)

La finalidad principal de las Guías establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html), para la calidad del agua potable es la protección de la salud pública.

El agua de consumo inocua (agua potable), según se define en las Guías, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Las Guías son aplicables al agua envasada y al hielo destinado al consumo humano. No obstante, puede necesitarse agua de mayor calidad para algunos fines especiales, como la diálisis renal y la limpieza de lentes de contacto, y para determinados usos farmacéuticos y de producción de alimentos.

La finalidad de las Guías es apoyar el desarrollo y la ejecución de estrategias de gestión de riesgos que garanticen la inocuidad del abastecimiento de agua por medio del control de los componentes peligrosos del agua. Estas estrategias pueden incluir normas nacionales o regionales desarrolladas basándose en la información científica que proporcionan las Guías.

Las Guías describen los requisitos mínimos razonables que deben cumplir las prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores, y determinan “valores de referencia” numéricos de los componentes del agua o los indicadores de la calidad del agua. Para definir límites obligatorios es preferible considerar los valores de referencia en el contexto de las condiciones locales o nacionales de tipo medioambiental, social, económico y cultural.

2.2 NORMAS CANADIENSES

Además de los valores nacionales se tomaron como referencia los niveles establecidos por Concilio Canadiense de Ministros Ambientales (CCME) de Canadá, actualizados al año 2012 tanto para el abastecimiento de la población, como para usos recreativos y para la protección de la vida acuática (<http://st-ts.ccme.ca/>).

El CCME ha determinado ciertos límites para el agua de consumo humano en base a información antecedente con un nivel de certeza considerado aceptable. Este establece la concentración máxima aceptable (MAC's del inglés Maximum Acceptable Concentrations) para determinadas sustancias de las cuales se conoce o se sospecha que pueden causar efectos adversos sobre la salud. Cada MAC ha sido establecido considerando el consumo de agua sostenido a lo largo de toda una vida con esas concentraciones de la sustancia. El agua de bebida que contenga continuamente una sustancia a un nivel superior que el MAC contribuirá en la exposición del consumidor a la misma y puede, en determinadas instancias, inducir efectos adversos sobre la salud. Sin embargo, exposiciones durante cortos períodos de tiempo a concentraciones mayores, no significan necesariamente que el agua pueda afectar la salud. Además de estos máximos establecidos, para algunos parámetros se han establecido límites pero basados en características estéticas del recurso, los cuales se denominan AO (del inglés, Aesthetic Objectives).

Los niveles guías para el uso recreacional del agua, por su parte, consideran los riesgos para la salud humana asociados con actividades recreativas tanto de contacto primario como el nado, el windsurf y otros deportes acuáticos, como de contacto secundario, como navegación y pesca. Estos riesgos son considerados tanto en caso de inmersión intencional como accidental.



En relación a los límites canadienses para la protección de la vida acuática, es importante señalar que los mismos están basados en información científica toxicológica disponible para el parámetro de interés. Los valores guías se encuentran destinados a proteger todas las formas de vida acuáticas y todos los aspectos del ciclo de vida, incluyendo los estadios más sensibles para las especies más sensibles en una exposición a largo plazo.

2.3 NORMAS ESTADOUNIDENSES

En base a los criterios de calidad de agua recomendados, la EPA (última revisión en el año 2012) ha resumido en una tabla los valores de calidad para la protección de la vida acuática y para el consumo humano de agua superficial para aproximadamente 150 contaminantes. Estos se encuentran en el Clean Water Act y proveen una guía para adoptar estándares de calidad (<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/current/index.cfm#altable>)

Para la protección de la vida acuática la EPA ha definido dos criterios. El CMC (del inglés Criteria Maximun Contentration) es una estimación de la mayor concentración que un determinado compuesto puede presentar en un cuerpo de agua superficial a la cual la comunidad acuática puede ser expuesta por un período corto de tiempo si resultar en un efecto inaceptable. Este criterio por tanto hace referencia a una exposición aguada. El CCC (del Inglés Criterion Continuous Concentration) es una estimación de la máxima concentración que un compuesto puede presentar en un cuerpo de agua superficial a la cual la comunidad acuática puede ser expuesta indefinidamente sin resultar en efectos inaceptables. De este modo, este criterio hace referencia a una exposición crónica.

Los criterios de calidad de agua para la protección de la salud humana son valores numéricos que protegen la salud humana de los efectos dañinos que determinados compuestos presentes en el agua del ambiente pueden generar. Es importante diferenciar estos valores de los establecidos como estándares primarios para la regulación del agua de consumo. Estos últimos son estándares legales de los EEUU que se aplican a los sistemas públicos de abastecimiento de agua.

3 TABLA RESUMEN

Parámetro	Unidad	Disposición 04 (1996)	Decreto 831 (1993)				Recursos Hídricos				CCME (2012)				EPA (2012)			OMS (2006)
		Consumo Humano	Consumo Humano	Biota Acuática	Re-creación	Irrigación	Consumo Humano	Biota Acuática	Irrigación	Ganado	Biota Acuática Agudo	Biota Acuática Crónica	MAC	AO	Biota Acuática Agudo	Biota Acuática Crónica	Consumo Humano Red (mg/l)2	Consumo Humano
General																		
AMONIO	mg/l		0,05	1,37														
CLORUROS	mg/l										640	120		250	860	230		
D.Q.O (dis.)	mg/l	6																
NITRATOS	mg/l	45	10				10				550	13	45				10	50
NITRITOS	mg/l		0,05	0,06			1					60 NO2-N					1	3
Metales Pesados																		
ARSENICO	mg/l	0,05	0,05	0,05		0,1	0,01	0,015	0,072	0,067		0,005	0,01		0,34	0,15	0,01	0,01
BARIO	mg/l		1				0,53	0,3					1				2	0,7
BERILIO	mg/l		0,000039	0,00005		0,1		0,0038									0,004	
BORO	mg/l		1	0,75		0,5	0,26		0,1		29	1,5	5					0,50 (T)
CADMIO	mg/l	0,01	0,005	0,0002		0,01	0,075	Ecuación	0,004	0,08		Ecuación	0,005		0,002	0,00025	0,005	0,003
COBALTO	mg/l					0,05		0,0019										
COBRE (TOTAL)	mg/l	1,5	1	0,002		0,2		Ecuación	0,065	0,03		Ecuación		1			1	2
CROMO (TOTAL)	mg/l	0,05	0,05	0,002		0,02	0,02	0,0025	0,008	0,02			0,05				0,1	0,05
HIERRO	mg/l	50	0,3			5		1,37				0,3		0,3	1		0,3	
MANGANESO	mg/l	5	0,1	0,1		0,2	0,14	0,8					0,05				0,05	0,40 (C)
MERCURIO	mg/l		0,001	0,0001			0,004	0,029				0,000026	0,001		0,0014	0,00077	0,002	0,006
NIQUEL	mg/l		0,025	0,025		0,2	0,019	Ecuación	0,035			Ecuación			0,47	0,052		0,07
PLATA	mg/l		0,05	0,0001				0,000028				0,0001			0,0032		0,1	
PLOMO	mg/l	0,05	0,05	0,001		0,2	0,0293	0,00159	0,95	0,068		Ecuación	0,01		0,065	0,0025	0,015	0,01
SELENIO	mg/l		0,01	0,001		0,02	0,012	0,0025				0,001	0,01			0,005	0,05	0,01
VANADIO	mg/l			0,1		0,1		0,26										
ZINC	mg/l	1,5	5	0,03		2		Ecuación	0,157			0,03		5	0,12	0,12	5	
Hidrocarburos																		
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/l				0,3													
Pesticidas																		
ALFA HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH)	mg/l			0,00001														
ALDRIN (ALD)	mg/l		0,00003	0,000004								0,000004			0,003			
BETA HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH)	mg/l		10	0,00001														
CAPTÁN	mg/l							0,002				0,0013						
CIPERMETRINA	mg/l							0,0000006										
CLORDANO	mg/l		0,0003	0,000006			0,00086	0,000008				0,000006			0,0024	0,0000043	0,002	0,0002
CLORPIRIFÓS	mg/l		0,09								0,00002	0,000002	0,09		0,000083	0,000041		0,03
DDT	mg/l		0,001	0,000001											0,0011	0,000001		
DDT + METABOLITOS (Isómeros del DDE y TDE)	mg/l																	0,001
DELTAMETRINA	mg/l							0,000001				0,0000004						
DIAZINON	mg/l		0,02					0,00002					0,02		0,00017	0,00017		

Parámetro	Unidad	Disposición 04 (1996)	Decreto 831 (1993)				Recursos Hídricos				CCME (2012)				EPA (2012)			OMS (2006)
		Consumo Humano	Consumo Humano	Biota Acuática	Re-creación	Irrigación	Consumo Humano	Biota Acuática	Irrigación	Ganado	Biota Acuática Agudo	Biota Acuática Crónica	MAC	AO	Biota Acuática Agudo	Biota Acuática Crónica	Consumo Humano Red (mg/l)2	Consumo Humano
DIELDRIN(DLD)	mg/l		0,00003	0,000004				0,0000375							0,00024	0,000056		
EOSULFAN ALFA	mg/l			0,00002				0,000007							0,00022	0,000054		
EOSULFAN BETA	mg/l			0,00002											0,00022	0,000056		
ERIN	mg/l		0,0002	0,0000023								0,0000023		0,000086	0,000036	0,002	0,0006	
FENITROTIÓN	mg/l							0,00002										
GLIFOSATO	mg/l		0,28				0,3	0,24	0,00004			27	0,8	0,28			0,7	
HEPTACLORO (HC)	mg/l		0,0001				0,000067	0,00002					0,00001		0,00052	0,0000038	0,0004	
HEPTACLORO EPOXIDO (HCE)	mg/l		0,0001												0,00052	0,0000038	0,0002	
HEXACLOROBENCENO (HCB)	mg/l		0,00001	0,0000065													0,001	
LIANO (GAMMA HCH)	mg/l			0,00001			0,0009	0,00002					0,00001		0,00095		0,0002	0,002
MALATIÓN	mg/l		0,19	0,0001			0,06	0,0001						0,19		0,0001		
METIL PARATIÓN	mg/l		0,007															
METOXICLORO (MOC)	mg/l		0,03	0,00003				0,000076								0,00003	0,04	0,02
MIREX -MRX- (Sulfuramida)	mg/l							0,0015								0,000001		
PARATIÓN	mg/l		0,05	0,00004										0,000065	0,000013			
PERMETRINA	mg/l							0,00001					0,000004					0,3
PCBs																		
PCB (TOTAL)	mg/l		0,00000079	0,000001			0,00015	0,000009								0,000014	0,0005	
PCB A1016	mg/l		0,002															
PCB A1232	mg/l		0,002															
PCB A1248	mg/l		0,002															
PCB A1254	mg/l		0,002															
PCB A1260	mg/l		0,002															
PCB A1242	mg/l		0,002															