



# 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<sup>20th</sup>. 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  $\mu$ S/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 0,45 $\mu$  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  $\text{CO}^3\text{Mg}$  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 (SM<sup>1</sup> 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  $\text{Hg}^{2+}$  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  $10 \pm 1$  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  $\text{CaCO}_3$ /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

<sup>1</sup> SM, abreviatura de Standard Method, APHA, 20<sup>th</sup> 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-NO<sub>3</sub>)**  
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-NO<sub>2</sub>)**  
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  $\text{CO}_3\text{Na}$  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  $\text{cm}^{-1}$  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 $\mu$  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 $\mu$  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.