

Programa Integral de  
Calidad de Aguas  
del río Colorado

2006  
2007

**Calidad del Medio  
Acuático**



Comité Interjurisdiccional del río Colorado  
Secretaría de Energía de la Nación  
Grupo Interempresario

HOJA EN BLANCO

## **COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO (COIRCO)**

### **Consejo de Gobierno**

Presidente

MINISTRO DEL INTERIOR

Cdor. Aníbal Florencio Randazzo

Integrantes

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Don Daniel Scioli

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Cdor. Oscar Jorge

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Cdor. Celso Jaque

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

Dr. Jorge Sapag

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Dr. Miguel Saiz

### **Comité Ejecutivo**

Presidente

REPRESENTANTE DE LA NACIÓN

Ing. Miguel A. Boyero

REPRESENTANTES PROVINCIALES TITULARES Y ALTERNOS

BUENOS AIRES

Arq. Ricardo Obelleiro, Ing. Mariano Dupuy

LA PAMPA

Ing. Néstor Lastiri, Dn. Juan Morisoli

MENDOZA

Ing. Mariano Pombo, Ing. Rolando Baldasso

NEUQUÉN

Inga. Marcela González, Ing. Daniel Accattatis

RÍO NEGRO

Ing. Horacio Collado, Ing. Daniel A. Petri

GERENTE TÉCNICO

Ing. Juan E. Perl

### **SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN**

SECRETARIO DE ENERGÍA

Ing. Daniel O. Cameron

DIRECTOR NACIONAL DE RECURSOS

Dr. Miguel Hassekieff

### **COMISIÓN TÉCNICA FISCALIZADORA (CTF)**

Integrada por el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) y la Secretaría de Energía y Minería de la Nación (Acta Acuerdo del Neuquén 17/03/97)

### **GRUPO INTEREMPRESARIO**

PETROBRAS ENERGÍA SA

REPSOL YPF UNIDAD DE NEGOCIO ARGENTINA OESTE

HOJA EN BLANCO

PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO  
AÑOS 2006 Y 2007

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

Bioq. Ricardo Alcalde  
Ing. Juan Enrique Perl  
Ing. Fernando Oscar Andrés

30  
años

FIRMA DEL TRATADO Y  
CREACION DEL COIRCO

50  
años

PRIMERA CONFERENCIA  
DEL RIO COLORADO



Aprobado por el Comité Ejecutivo del COIRCO en su reunión del 17 de diciembre de 2008.  
Se autoriza la utilización de la información que contiene, siempre que se cite la fuente.

HOJA EN BLANCO

---

PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO  
AÑOS 2006 Y 2007

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

---

CONTENIDO

1.- Subprograma Calidad del Medio Acuático	9
2.- Columna de Agua	21
3.- Sedimentos de Fondo	97
4.- Músculos de Peces	135
5.- Conclusiones y Recomendaciones	149
Anexo I: Metales y metaloides en columna de agua	153
Anexo II: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en columna de agua	171
Anexo III: Ensayos ecotoxicológicos con agua	207
Anexo IV: Metales y metaloides en sedimentos de fondo	211
Anexo V: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo	215
Anexo VI: Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo	221
Anexo VII: Metales y metaloides en músculo de peces	225
Anexo VIII: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en músculo de peces	231
Anexo IX: Conductividad eléctrica, sales y concentraciones iónicas	241
Glosario	245
Agradecimientos	255

HOJA EN BLANCO

# CAPÍTULO 1

---

## **SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO**

### **1.1 Introducción**

### **1.2 La cuenca del río Colorado**

1.2.1 Características del río Colorado

1.2.2 Aspectos hidrológicos

1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca

1.2.4 Registros de conductividad eléctrica

1.2.5 Usos del agua en la cuenca

### **1.3 Área de estudio**

HOJA EN BLANCO

## 1.1 Introducción

La calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado está sujeta a un monitoreo permanente con el fin de garantizar su aptitud para los diferentes usos que se derivan del mismo. Este monitoreo es llevado a cabo en el marco del Subprograma Calidad del Medio Acuático el cual forma parte del Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado.

El mencionado Subprograma tuvo su origen en el extenso relevamiento de sustancias tóxicas en el ambiente acuático y de sus posibles fuentes en la cuenca del río Colorado, llevado a cabo entre 1997 y 1999, en el cual se evaluaron todas las fuentes potenciales de contaminantes, vinculadas a las actividades productivas existentes en el área y a la presencia de poblaciones.

El uso del agua para suministro de agua potable, en irrigación y en ganadería requiere el cumplimiento de normas de calidad en relación con el contenido y niveles de sustancias presentes en forma natural o potencialmente agregadas por la actividad humana.

El ambiente acuático, evaluado en este caso por la columna de agua y los sedimentos de fondo, debe también cumplir con requisitos de calidad, en relación con la presencia de sustancias tóxicas, con el fin de asegurar el normal desarrollo de la vida acuática.

El monitoreo tiene como objetivo poner de manifiesto la presencia y los niveles de concentración de sustancias que se relacionan con efectos tóxicos crónicos. De esta manera, se comprueba en el tiempo el grado de cumplimiento con los diferentes valores guía de calidad para los respectivos usos derivados del ambiente acuático.

El cumplimiento del citado objetivo implica el análisis de concentraciones extremadamente bajas de las diferentes sustancias de interés. Por dicho motivo, el monitoreo debe ser ejecutado bajo un riguroso programa de aseguramiento de la calidad, tanto para las operaciones de campo como para los análisis de laboratorio. De este modo es posible generar datos confiables que posteriormente van a dar sustento al manejo de la calidad del agua en la cuenca.

Los resultados del monitoreo basado en el análisis químico son confirmados y ampliados a través de ensayos de ecotoxicidad crónica efectuados con agua y sedimentos de fondo.

Con el fin de establecer riesgos potenciales para la salud humana en el marco del Subprograma es monitoreada la presencia de sustancias tóxicas en las partes comestibles de diferentes especies de peces presentes en el sistema del río Colorado.

Los resultados del monitoreo de aguas, sedimentos de fondo y peces son interpretados tomando como referencia valores guía y límites

internacionales. A partir de ellos tiene lugar la elaboración de información de calidad de agua, la cual es difundida en forma permanente a distintos sectores de la comunidad (gubernamentales, científico-técnicos, educativos y público en general) a través de distintos medios (informes técnicos como el presente, folletos de divulgación, publicación en Internet en la página oficial del COIRCO, audiencias públicas, charlas en establecimientos escolares, agrupaciones de productores rurales, etc.).

En el presente informe se presentan los resultados obtenidos en los ciclos de estudio 2006 y 2007, cuyo diseño se basó en las recomendaciones del ciclo anterior, las cuales eran las siguientes:

*“Recomendaciones”*

- *“Continuar con el monitoreo de metales/metaloides e hidrocarburos en columna líquida con el fin de obtener una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.”*
- *“Mantener los ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado en los sitios evaluados en los ciclos 2006 y 2007, como complemento del análisis químico. Confirmar aquéllos resultados observados que no tienen correlato con los análisis químicos a través de la inspección del área muestreada y la realización de nuevos ensayos.”*
- *“Continuar con el monitoreo de sustancias tóxicas en músculo de peces, a fin de contar con información actualizada sobre el comportamiento en el tiempo de las concentraciones de metales/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares.”*
- *“Mantener el monitoreo de metales y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo en las estaciones muestreadas en el presente ciclo, con el fin de evaluar la evolución de los niveles observados de estas sustancias*
- *“Reanudar el monitoreo de plaguicidas en la columna líquida en áreas relacionadas con fuentes potenciales de aporte y en sitios vinculados con los usos previstos del agua.”*
- *“Realizar ensayos de ecotoxicidad crónica con sedimentos de fondo del embalse Casa de Piedra (cola y toma) como complemento del análisis químico. Continuar con la evaluación de biomarcadores, en particular en la toma del embalse a fin de confirmar los resultados obtenidos en los ciclos 2006 y 2007.”*

El Programa de Calidad del Medio Acuático se pudo realizar cumpliendo con todo lo diseñado, ejecutando 16 campañas durante el año 2006 y otras tantas en el año 2007, incluyendo columna líquida, sedimentos de fondo y peces. En el presente informe se hace un detalle de los trabajos de campo, acondicionamiento de muestras, trabajos de laboratorio, resultados de los

análisis, así como una recopilación de ciclos anteriores con la finalidad de permitir un análisis comparativo, y por último una discusión e interpretación de los datos obtenidos cotejándolos con los valores guías para los distintos usos, y las conclusiones alcanzadas. Se incluye además, un glosario con terminología empleada en la redacción.

Entre las conclusiones, es válido destacar que el agua del río es apta para los usos previstos de fuente de agua potable, irrigación, ganadería y uso industrial, además de usos recreativos y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

## 1.2 La Cuenca del río Colorado

### 1.2.1 Características del río Colorado

El río Colorado, perteneciente al grupo de los ríos patagónicos de vertiente atlántica, está formado por la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

Desde sus orígenes en la Cordillera de los Andes, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, presenta una extensión de 1.200 kilómetros, de los cuales 920 corresponden al Colorado propiamente dicho.

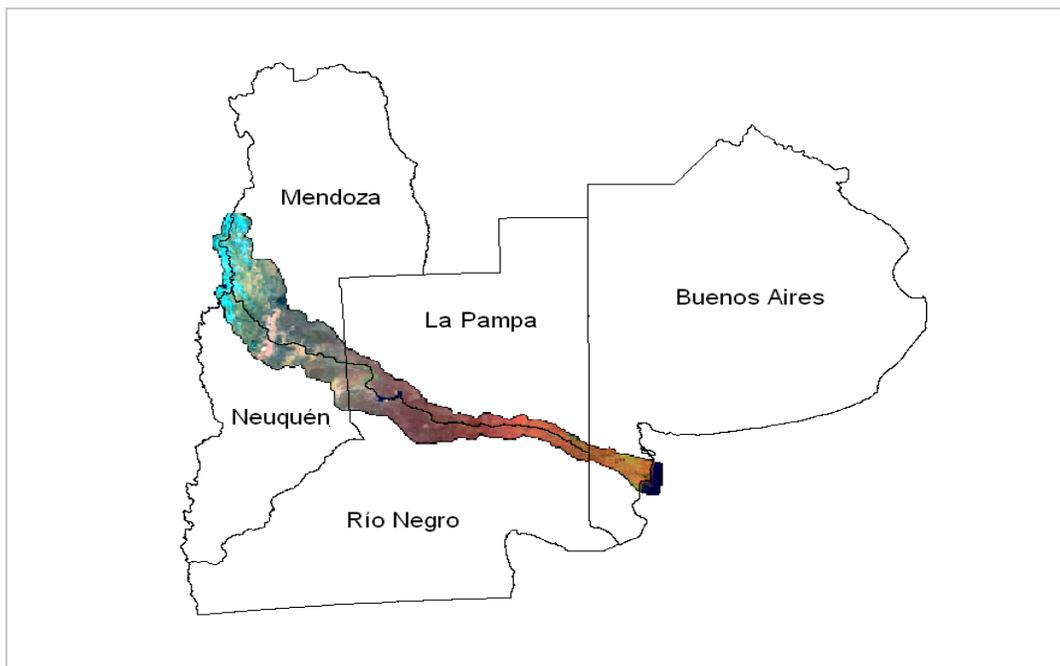


Figura 1.1, Cuenca del río Colorado, imagen satelital.

Sus aguas son compartidas por las Provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, que lo convierten en una cuenca hídrica interprovincial.

El área de la cuenca imbrífera es de aproximadamente 15.300 km<sup>2</sup>, correspondiente al río Colorado aguas arriba de la estación de aforos de Buta Ranquil (esta estación se encuentra a unos 25 km de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas).

### 1.2.2 Aspectos hidrológicos

El río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil, ubicada aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, para la serie de registros diarios desde 1940 al 30 de junio de 2004, presenta un caudal medio anual de 148,3 m<sup>3</sup>/s, siendo el derrame medio anual de 4.679 hm<sup>3</sup> (Estadística Hidrológica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación), con un derrame máximo de 9.151 hm<sup>3</sup> para el ciclo 1982-1983, mientras que el derrame mínimo registrado corresponde al ciclo hidrológico 1968 – 1969 (1.668 hm<sup>3</sup>). La distribución de la mencionada serie, actualizada al 30 de junio 2008, con datos propios de COIRCO, se visualiza en al Figura 1.2.

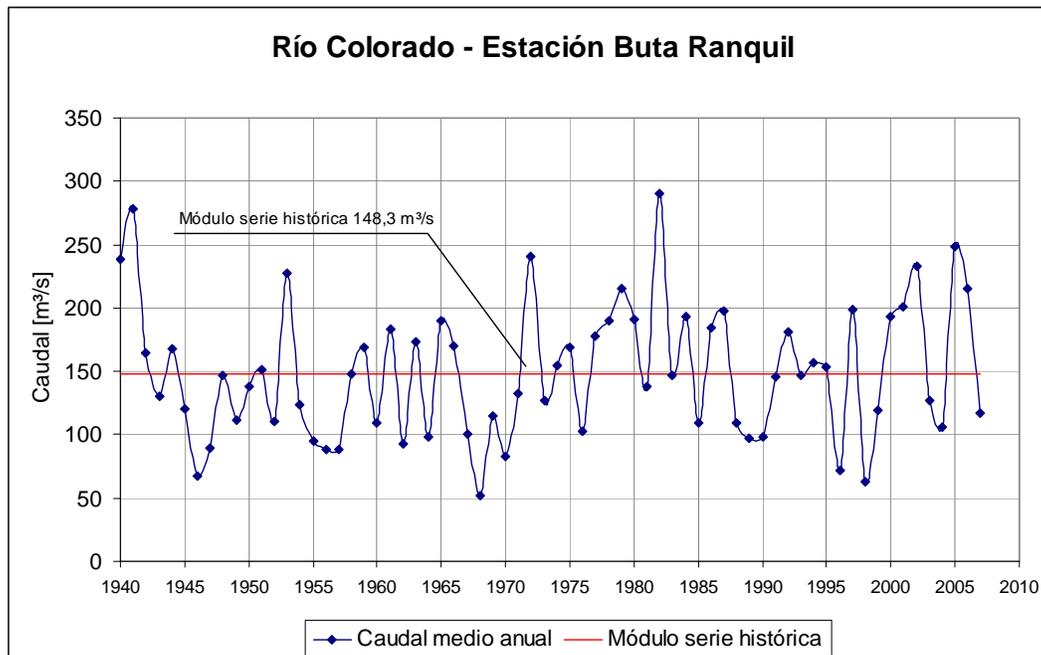


Fig. 1.2. Serie de ciclos hidrológicos del río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil, aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

El río es de régimen nival, dependiendo de las características meteorológicas de cada año, las crecidas ocurren a partir del mes de octubre o noviembre, y se extienden hasta los meses de enero y febrero.

Por lo dicho anteriormente, los ciclos hidrológicos en el río Colorado se definen desde el 1° de julio al 30 de junio del año siguiente.

Si bien se trata de un río de régimen nival, en algunos años, presenta crecidas pluviales entre febrero y agosto. Estas crecidas pueden llegar a

superar los 500 m<sup>3</sup>/s, acotada su duración a los pocos días del fenómeno pluvial.

En la estación de Buta Ranquil se dispone de lectura de escala y limnógrafo con lecturas cada 5 minutos; además, se realizan aforos quincenales y en situaciones de crecidas. A partir de la información de campo, se obtienen caudales medios diarios y mensuales. En las Tablas 1.1 y 1.2, se indican los valores de caudales promedios mensuales, y caudales instantáneos máximos y mínimos mensuales para los años 2006 y 2007.

Tabla 1.1 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2006.

Caudales mensuales en Buta Ranquil [m <sup>3</sup> /s] – Año 2006												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>Máximo</b>	683	480	233	185	205	261	567	164	178	382	538	548
<b>Promedio</b>	479	297	161	121	114	136	189	139	142	240	404	450
<b>Mínimo</b>	359	211	126	95	85	92	117	112	114	157	255	337

Los valores máximos y mínimos se refieren a registros instantáneos.  
El promedio mensual corresponde al promedio de los valores medios diarios.

Tabla 1.2 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2007.

Caudales mensuales en Buta Ranquil [m <sup>3</sup> /s] – Año 2007												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>Máximo</b>	551	263	209	164	102	92	114	95	108	214	311	243
<b>Promedio</b>	375	217	148	118	95	86	86	81	89	141	213	170
<b>Mínimo</b>	251	144	126	74	74	61	65	65	69	95	144	124

Los valores máximos y mínimos se refieren a registros instantáneos.  
El promedio mensual corresponde al promedio de los valores medios diarios.

Durante el año 2006 el caudal promedio fue de aproximadamente 238 m<sup>3</sup>/s. En la Figura 1.3 se observa un pico por fusión y otro por lluvia. El caudal máximo instantáneo del año 2006 fue de 683 m<sup>3</sup>/s, ocurrido el 8 de enero. En julio se registró un máximo instantáneo de 567 m<sup>3</sup>/s por lluvias.

Durante el año 2007 el caudal promedio fue de aproximadamente 152 m<sup>3</sup>/s. Finalizada la fusión, se registraron caudales por debajo a los del año calendario anterior. El caudal instantáneo máximo por fusión para el verano de 2007 fue de 214 m<sup>3</sup>/s. No se registró una crecida importante por lluvia durante el estiaje (ver Figura 1.3).

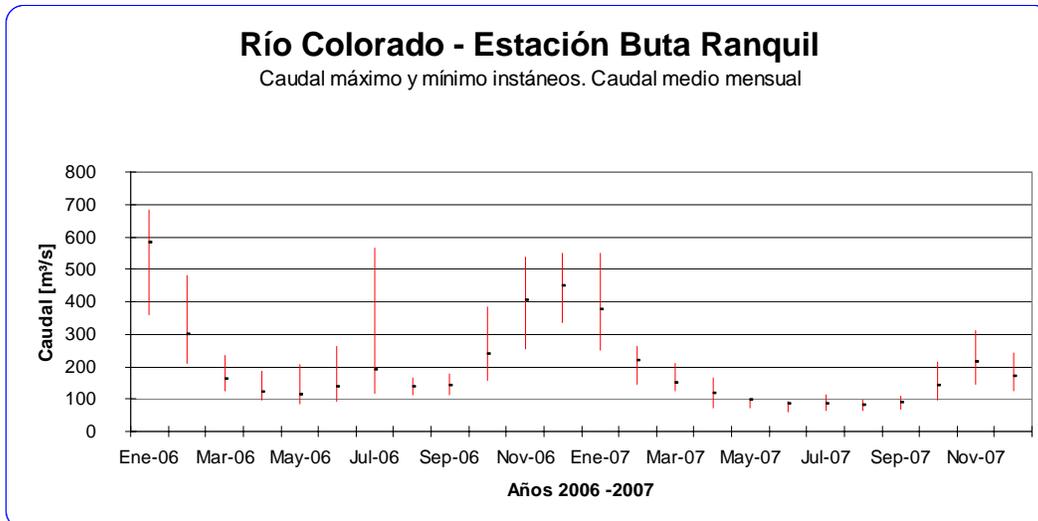


Figura 1.3 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante los años 2006 y 2007.

### 1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca

Los registros pluviométricos mensuales para los años 2006 y 2007 en la estación de aforos de Buta Ranquil (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Evarsa), en Catriel, Provincia de Río Negro (COIRCO - Departamento Provincial de Aguas), en la estación meteorológica del Puesto Caminero en Casa de Piedra, Provincia de La Pampa (COIRCO - Administración Provincial del Agua, La Pampa), y en El Gualicho, área de riego de Río Colorado, Provincia de Río Negro (COIRCO - Departamento Provincial de Aguas), se indican en las Tablas 1.3 y 1.4

Tabla 1.3 Registros pluviométricos mensuales en estaciones a lo largo del río Colorado (Año 2006)

Registros pluviométricos mensuales [mm]					
Año 2006	Buta Ranquil	Catriel	Pto Caminero Casa de Piedra	Pichi Mahuida	El Gualicho
Enero	2,3	3,0	14,0	18,1	8,0
Febrero	7,6	98,0	34,0	94,7	129,0
Marzo	0,3	17,2	5,2	27,3	60,0
Abril	6,7	0,0	1,6	0,4	37,0
Mayo	17,5	0,0	0,6	3,0	1,0
Junio	38,8	29,7	26,6	11,1	20,0
Julio	44,0	16,0	10,0	35,7	0,0
Agosto	8,9	8,0	2,8	1,4	3,0
Septiembre	24,0	0,5	0,8	0,9	50,0
Octubre	6,0	19,5	45,2	71,5	40,0
Noviembre	1,1	16,5	26,6	6,5	29,0
Diciembre	2,2	25,0	28,8	34,7	97,0
Total Anual	159,4	233,4	196,2	519,9	474,0

Tabla 1.4 Registros pluviométricos mensuales en estaciones a lo largo del río Colorado (Año 2007)

Registros pluviométricos mensuales [mm]					
Año 2007	Buta Ranquil	Catriel	Pto Caminero Casa de Piedra	Pichi Mahuida	El Gualicho
Enero	4,1	17,0	32,0	214,6	91,0
Febrero	18,2	37,0	9,2	20,2	30,0
Marzo	30,6	66,5	18,4	26,0	70,0
Abril	0,4	0,7	4,8	28,4	27,0
Mayo	0,5	0,0	1,2	0,5	0,0
Junio	5,6	11,0	11,0	1,6	0,0
Julio	3,7	9,0	15,0	6,2	0,0
Agosto	21,9	22,0	10,8	18,3	18,0
Septiembre	0,9	44,5	48,4	152,9	138,0
Octubre	11,5	6,0	5,2	6,5	0,0
Noviembre	1,1	20,0	12,2	8,1	43,0
Diciembre	5,6	0,0	2,6	1,2	0,0
Total Anual	104,1	233,7	170,8	484,5	417,0

#### 1.2.4 Registros de conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica como medición indirecta de la salinidad del agua del río Colorado es una de las variables consideradas en el Modelo de Distribución de Áreas de Riego de las cinco provincias condóminas de la Cuenca del Río Colorado.

La conductividad eléctrica presenta variaciones a lo largo del año. En términos generales se reduce con la crecida debida a la fusión nival (deshielo, que oscila entre octubre y febrero, variable con los ciclos hidrológicos), y se incrementa con los caudales bajos de los restantes meses (ver Figura 1.5 registros correspondientes a los años 2006 y 2007).

Durante los años 2006 y 2007 no se presentaron pulsos puntuales de incremento significativo en la conductividad eléctrica debido a lluvias, es decir, duración acotada a unos pocos días debido a lluvias en la cuenca alta y media del río Colorado. Años anteriores se han dado situaciones con incrementos importantes en la conductividad eléctrica.

En la Figura 1.5 se presentan los registros diarios de conductividad eléctrica tomados en el río Colorado, en la estación de Puente Dique – Punto Unido, por el Ente Provincial del Río Colorado (La Pampa), y el hidrograma de caudales medios diarios de la estación Buta Ranquil, para los años 2006 y 2007. En forma complementaria se indican las fechas de las campañas de muestreo de este ciclo para visualizar las condiciones que presentaba el río al momento de los muestreos.

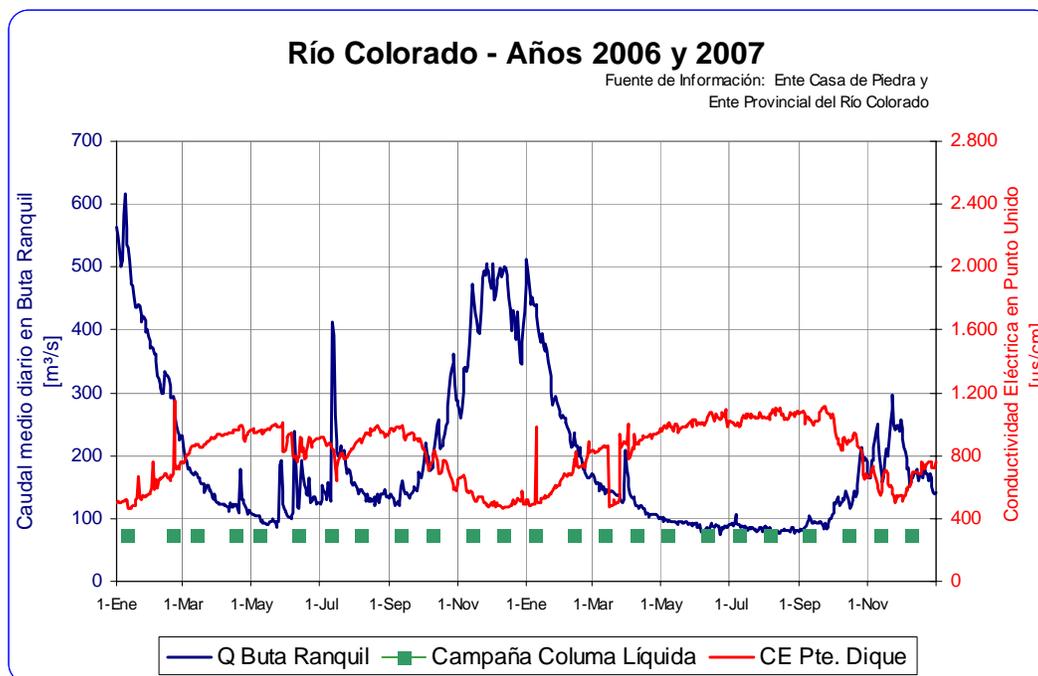


Figura 1.5 Variación diaria del caudal y la conductividad eléctrica, en las estaciones de Buta Ranquil y Punto Dique – Años 2006 y 2007.

En el Anexo IX se presentan los valores promedios anuales de conductividad eléctrica, sales, e iones y cationes mayoritarios, correspondientes a un estudio desarrollado por el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), para muestras de agua en estaciones del río Colorado, Grande y Barrancas, y sus principales afluentes. Dicho estudio se viene desarrollando desde 1981 a la fecha, con muestreos que inicialmente fueron semanales, luego quincenales y actualmente son mensuales.

A modo complementario en el Anexo IX se incluye la serie de promedios anuales para los años 2006 y 2007 de los registros de conductividad eléctrica, sales y concentraciones iónicas de diferentes estaciones ubicadas sobre los ríos Barrancas, Grande y Colorado. Los valores de conductividad eléctrica fueron determinados en laboratorio, por lo tanto no necesariamente se corresponden con los presentados en este informe, atento que fueron obtenidos *in situ*. En el mencionado Anexo IX, se hace mención a la estación Paso Alsina, la misma está ubicada al ingreso de la provincia de Buenos Aires.

#### 1.2.6 Activación de la descarga del río Curacó

En junio de 2007 se activó la descarga del río Curacó, incrementando el tener salino en el río Colorado, se mantuvo hasta comienzos del mes de diciembre del mismo año. La descarga osciló en 1,0 m<sup>3</sup>/s, por momentos superó los 3,0 m<sup>3</sup>/s. Motivo de la activación del río Curacó fue necesario incrementar la descarga desde la Presa Embalse Casa de Piedra (acción contemplada en las Normas de Manejo de Aguas del Embalse, 28 Septiembre 2000, punto "1.2.6 Caudal de Dilución"), para mantener condiciones adecuadas en la calidad del agua del río Colorado para fuente

de agua potable. A principios del mes de diciembre del mismo año 2007 se interrumpió el aporte del Curacó al Colorado.

### 1.2.7 Usos del agua en la cuenca

En la Tabla 1.4 se indican el total de las áreas potencialmente regables en cada una de las Provincias, según el Acuerdo firmado por las Provincias ribereñas. En la misma tabla se informa el total de los consumos de agua para el ciclo 2007 según las declaraciones de cada una de las jurisdicciones provinciales, expresados en equivalente a hectáreas regadas (aplicando la dotación de riego), discriminado por áreas efectivamente regadas (ver Figura 1.7) y otros usos, que involucra los consumos como fuente de agua potable para consumos humanos, ganadero, industrial, petrolero y minero.

Tabla 1.4. Áreas de riego en la Cuenca del Río Colorado

Provincia	Acuerdo Interprovincial	Usos durante el ciclo 2007 (expresados en equivalentes de hectáreas)		
	Área Potencial a regar [Ha]	Área actualmente bajo riego	Otros Usos (*)	Total de usos equivalente
Mendoza	1.000 + (1).	15	485	500
Neuquén	1.000 + (2).	500	5.000	5.500
La Pampa	85.100	9.554	1.470	11.024
Río Negro	85.100	12.840	2.600	15.440
Buenos Aires	145.900.	136.071	800	136.871
	318.100 + (1).	158.965	10.370	169.335

Ref.: (1) áreas posibles a regar con el trasvase al río Atuel.

(2) compensación eventual por sustitución del embalse Torrecillas.

(\*) equivalencia por consumos para abastecimiento poblacional, ganadero, industrial, petrolero y minero

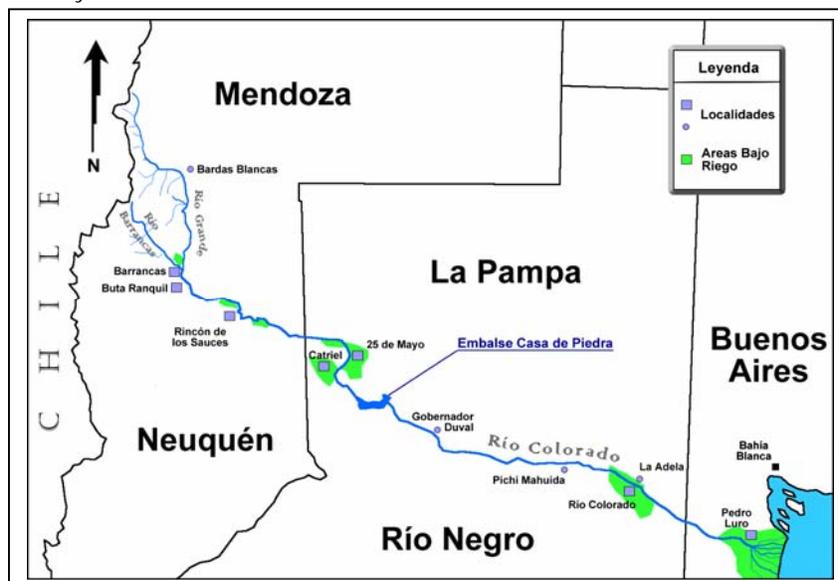


Figura 1.7, Cuenca del Río Colorado, localidades y áreas de riego

### 1.3. Área de Estudio del Programa de Calidad del Medio Acuático

El área de estudio comprende desde las estaciones en los ríos Grande y Barrancas, donde no hay actividad antropogénica en forma sistemática, hasta la estación de muestreo en La Adela – Río Colorado, aguas arriba de la última derivación para el suministro de agua para uso de agua potable, riego y ganadero.

# CAPÍTULO 2

---

## COLUMNA DE AGUA

### 2.1 Introducción

### 2.2 Estaciones de monitoreo

### 2.3 Metodología de muestreo

### 2.4 Metodologías analíticas

#### 2.4.1 Análisis de metales y metaloides

##### 2.4.1.1 *Técnicas y métodos analíticos*

##### 2.4.1.2 *Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio*

#### 2.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos

##### 2.4.2.1 *Técnica y métodos analíticos*

##### 2.4.2.2 *Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio*

### 2.5 Resultados

#### 2.5.1 Metales y metaloides

#### 2.5.2 HAPs

#### 2.5.3 Valores guía

### 2.6 Discusión

### 2.7 Ensayos ecotoxicológicos

#### 2.7.1 Estaciones de monitoreo

#### 2.7.2 Metodología de muestreo

#### 2.7.3 Ensayos con *Daphnia magna*

#### 2.7.4 Resultados

##### 2.7.4.1 *Supervivencia*

##### 2.7.4.2 *Reproducción*

#### 2.7.5 Discusión

### Referencias

Hoja en Blanco

## 2.1 Introducción

En base al extenso relevamiento de calidad de aguas llevado a cabo en la cuenca del río Colorado en el año 1997 (COIRCO 1999), fueron seleccionadas una serie de sustancias inorgánicas y orgánicas, cuya presencia se consideró relevante monitorear en el futuro en la columna de agua a partir de la presencia de fuentes potenciales de las mismas en el área. Dichas sustancias comprenden ciertos metales y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs).

El objetivo de los sucesivos programas de monitoreo llevados a cabo con posterioridad al relevamiento antes citado, ha sido proporcionar información continua acerca de la calidad del agua para los diferentes usos a que es sometida en el área. Dichos usos son la provisión de agua potable, irrigación, ganadería y medio para el desarrollo de la vida acuática.

La verificación de la calidad del agua para los usos mencionados implica efectuar mediciones de las sustancias de interés (metales/metaloides y HAPs), a fin de establecer sus concentraciones, las cuales son luego contrastadas con valores guía que definen la aptitud para el uso considerado.

Las concentraciones a medir son extremadamente bajas, por lo tanto los límites de cuantificación alcanzados en el laboratorio deben ser aún más bajos, ya que se requieren se sitúen por debajo de los valores guía adoptados para el uso más exigente (protección de la vida acuática). Esto determina que sea frecuente detectar algunos elementos, particularmente el cinc y cobre, cuya presencia se origina en fuentes naturales.

Los niveles de concentración tan reducidos que es necesario medir, implican que tanto las operaciones de campo como las analíticas, deban ejecutarse bajo control riguroso a fin de garantizar la integridad de las muestras y la calidad de los resultados de laboratorio. Por ello, dichas actividades son llevadas a cabo conforme a programas de aseguramiento de calidad que abarcan los muestreos y las operaciones analíticas.

En función de las fuentes potenciales de contaminantes existentes, los parámetros de calidad de agua que han sido seleccionados para ser monitoreados son metales pesados y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs). Además, se ha incluido el análisis de hidrocarburos alifáticos con el fin de caracterizar las posibles fuentes de aporte de HAPs.

La localización de las estaciones de monitoreo de las sustancias investigadas ha tenido como propósito determinar sus niveles y su variación temporal en diferentes situaciones: sitios libres de influencia antrópica, áreas donde existen actividades potencialmente generadoras y zonas representativas de los principales usos del agua.

Los muestreos en la columna de agua, se realizaron con frecuencia mensual.

Los resultados obtenidos a través de los análisis químicos son confirmados y ampliados mediante la realización de ensayos ecotoxicológicos crónicos. Estos ensayos aportan información sobre la actividad ecotoxicológica global en la columna de agua.

## 2.2 Estaciones de monitoreo

En la Fig. 2.1 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de columna de agua en el área de estudio.

En el ciclo 2006 se extrajeron muestras para análisis de metales y metaloides y de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos en las estaciones CL 0, CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 5, CL 6 y CL 7 se extrajeron muestras de agua para análisis de metales y metaloides y de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos. En el ciclo 2007 fueron operadas las mismas estaciones, a excepción de la CL 7 que fue reemplazada por una nueva localización, la estación CL8 en respuesta de la sugerencia de la provincia de Buenos Aires como punto representativo de todos los retornos de drenajes y descargas urbanas. En las estaciones CL3 y CL4 se obtuvieron muestras de agua para los ensayos ecotoxicológicos crónicos.

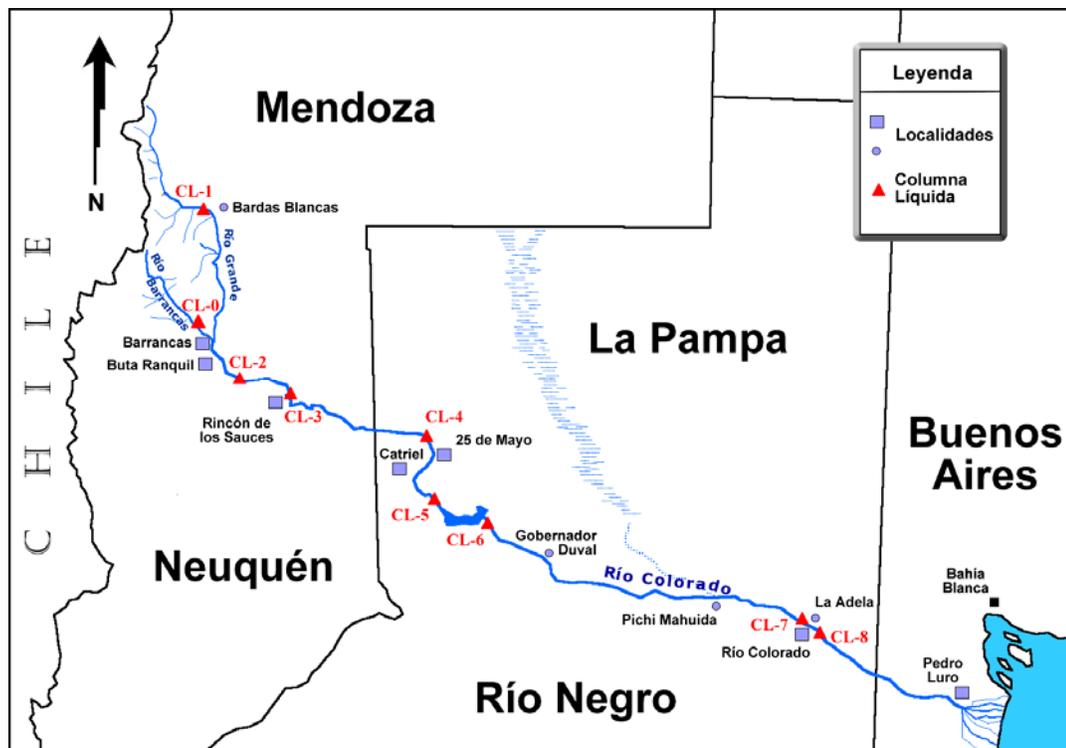


Figura 2.1 – Estaciones de monitoreo de agua en el sistema del río Colorado

## 2.3 Metodología de muestreo

Las muestras de agua fueron extraídas con frecuencia mensual en las estaciones de monitoreo establecidas al efecto.

Los muestreos se efectuaron de acuerdo a los lineamientos generales dados en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters* (APHA, AWWA, WEF, 1998). En las correspondientes estaciones de monitoreo se extrajeron muestras de agua para análisis de metales y metaloides, siendo envasadas en bidones de polietileno de 500 mL de capacidad y preservadas mediante la adición de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) hasta  $\text{pH} < 2$  y refrigeradas a temperatura  $< 4^\circ\text{C}$ . Los recipientes utilizados fueron sometidos previamente a

un procedimiento de limpieza consistente en: lavado con detergente y agua corriente, enjuague prolongado con agua corriente, enjuague con agua destilada (Tipo IV ASTM), secado a temperatura ambiente, inmersión durante 12 horas en solución de ácido nítrico 1+1, enjuague con agua destilada, enjuague con agua ultrapura (Tipo I ASTM) y secado a temperatura ambiente (Procedimiento Operativo Estándar PO A001, Sección 4.4.1).

Para el análisis de hidrocarburos se extrajeron muestras de agua de 2 L, siendo envasadas en recipientes de vidrio de 1 L de capacidad, los cuales habían sido sometidos previamente a igual procedimiento de limpieza que los envases para análisis de metales y metaloides más un enjuague con acetona de alta pureza (grado cromatográfico) (Procedimiento Operativo Estándar PO A001, Sección 4.4.2). Las muestras fueron preservadas mediante la adición de 2 mL/L de ácido clorhídrico (HCl) 1+1 y refrigeración a temperatura  $< 4^{\circ}\text{C}$  y en esas condiciones enviadas al laboratorio.

Los muestreos y mediciones *in situ*, al igual que en los ciclos anteriores, fueron realizados por la empresa Monitoreos Ambientales.



## 2.4 Metodologías analíticas

### 2.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en muestras de agua fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

Las concentraciones medidas de los diferentes metales y metaloides fueron informadas con las respectivas incertidumbres de medición (valores expresados a continuación con el símbolo  $\pm$ ), las cuales son incertidumbres expandidas (factor de cobertura  $k=2$ ) y corresponden a un nivel de confianza de aproximadamente el 95%. Dichas incertidumbres fueron calculadas en el Laboratorio del INTEMIN empleando la metodología de la guía "*Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*" (EURACHEM/CITAC 2000).

#### 2.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 - Técnicas y métodos analíticos empleados para el análisis de metales y metaloides en agua con sus respectivos límites de cuantificación.

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación ( $\mu\text{g/L}$ )
Arsénico	A.A. por generación de hidruros	EPA 206.3	5
Cadmio	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 213.2	1
Cinc	ICP	EPA 200.7	2
Cobre	ICP	EPA 200.7	2
Cromo	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 218.2	1
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 245.1	1
Molibdeno	ICP	EPA 200.7	10
Níquel	ICP	EPA 200.7	5
Plomo	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 239.2	5
Selenio	A.A. por generación de hidruros	EPA 206.5	2

AA: espectrometría de absorción atómica - ICP: espectrometría de emisión por plasma inductivo

#### 2.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

La verificación de la calidad analítica se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de agua, réplicas (duplicado) de una muestra de agua extraída en la estación CL 5 (Pasarela Medanita) en cada campaña y de una réplica (duplicado) de un blanco de agua ultrapura (Tipo I ASTM) fortificada con 1

mL/500 mL del estándar multielemento V CERTIPUR (Merck) en una de las campañas de los ciclos 2006 y 2007 respectivamente. En las Tablas 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2.2 - Análisis de metales y metaloides en una muestra fortificada con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck) extraída en la estación CL 5 (Pasarela Medanita) en el mes de diciembre 2006 <sup>(1)</sup>.

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentraciones (µg/L) halladas en replicas (duplicado) no fortificadas	Concentración hallada en la muestra fortificada (µg/L)
Arsénico	40	<5/<5	37±3
Cadmio	4	<1/<1	4,2±0,5
Cinc	4	<2/4±1	15±2
Cobre	4	7±1/9±1	19±2
Cromo	4	<1/<1	3,7±0,5
Mercurio	10	<1/<1	<1
Molibdeno	No disponible	<10/<10	<10
Níquel	10	<5/<5	14±1
Plomo	40	<5/<5	31±3
Selenio	40	<2/<2	31±4

<sup>(1)</sup> La serie completa se encuentra detallada en la Tabla 2.37

Tabla 2.3 - Análisis de metales y metaloides en una muestra fortificada con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck) extraída en la estación CL 5 (Pasarela Medanita) en el mes de febrero de 2007 <sup>(1)</sup>.

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentraciones (µg/L) halladas en replicas (duplicado) no fortificadas	Concentración hallada en la muestra fortificada (µg/L)
Arsénico	40	<5/<5	39±4
Cadmio	4	<1/<1	4,0±0,5
Cinc	4	17±1/10±1	<2
Cobre	4	8±1/8±1	11±1
Cromo	4	<1/<1	4,1±0,5
Mercurio	10	<1/<1	1,1±0,1
Molibdeno	No disponible	<10/<10	<10
Níquel	10	<5/<5	10±1
Plomo	40	<5/<5	32±3
Selenio	40	<2/<2	37±4

<sup>(1)</sup> La serie completa se encuentra detallada en la Tabla 2.40

Tabla 2.4 - Análisis de metales y metaloides en blancos de agua ultrapura fortificados con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck) – Ciclo 2006

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentración hallada (µg/L)	
		Blanco 1	Blanco 2
Arsénico	40	39±4	39±4
Cadmio	4	4,7±0,5	4,4±0,5
Cinc	4	<2	<2
Cobre	4	5±1	5±1
Cromo	4	3,7±0,5	3,9±0,5
Mercurio	10	10±1	11±1
Molibdeno	No disponible	<10	<10
Níquel	10	8±1	9±1
Plomo	40	37±4	38±4
Selenio	40	37±4	39±5

Tabla 2.5 - Análisis de metales y metaloides en blancos de agua ultrapura fortificados con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck) – Ciclo 2007

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentración hallada (µg/L)	
		Blanco 1	Blanco 2
Arsénico	40	36±4	37±4
Cadmio	4	4,1±0,5	4,1±5
Cinc	4	<2	<2
Cobre	4	<2	<2
Cromo	4	4,1±0,5	3,9±0,5
Mercurio	10	4,7±0,4	4,9±0,5
Molibdeno	No disponible	<10	<10
Níquel	10	13±1	14±1
Plomo	40	39±4	39±4
Selenio	40	33±4	38±5

#### 2.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) y alifáticos

Los análisis de HAPs e hidrocarburos alifáticos en muestras de agua fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

##### 2.4.2.1 Técnica y métodos analíticos

Para el análisis se empleó cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas (HP5 MS). Se efectuaron dos ensayos distintos para cada muestra, cualitativo y cuantitativo. En la Tabla 2.6 figuran los respectivos límites de cuantificación.

Tabla 2.6 – Límites de cuantificación del método para los diferentes HAPs analizados.

HAPs	Límite de cuantificación del método (µg/L)
Naftaleno	0,010
Acenafteno	0,005
Acenaftileno	0,005
Fluoreno	0,005
Fenantreno	0,005
Antraceno	0,005
Metilnaftaleno	0,010
Dimetilnaftaleno	0,020
Metilfenantreno	0,020
Dimetilfenantreno	0,020
Fluoranteno	0,005
Pireno	0,005
Benzo[b]fluoranteno	0,005
Benzo[k]fluoranteno	0,005
Criseno	0,005
Benzoantraceno	0,005
Benzo[a]pireno	0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	0,005
Benzo[g,h,i]perileno	0,005
Indeno[c,d]pireno	0,005

#### 2.4.2.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

Para el control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio correspondientes al análisis de hidrocarburos se analizaron junto con los lotes de muestras de cada campaña, un blanco de agua ultrapura y una réplica (duplicado) de una de las muestras. El origen e identificación de estas muestras eran desconocidos por el laboratorio.

#### 2.5 Resultados

En las Tablas 2.7 a 2.40 se muestran los resultados obtenidos en las mediciones de campo y en el análisis de metales/metaloides y HAPs en muestras de agua extraídas en las estaciones de monitoreo en el período Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007, En el ANEXO II del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004-2005 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

En las Figuras 2.2 a 2.37 se grafican las variaciones temporales de cada uno de los parámetros medidos *in situ* en las respectivas estaciones de muestreo en los ciclos 2006 y 2007.

Hoja en blanco



CL O  
 Río Barrancas  
 Estación Puente Barrancas

CL 0

Ubicada sobre la margen izquierda del río Barrancas, a la altura del puente de la ruta nacional N° 40. Son sus coordenadas 36° 49' 04" S y 69° 52' 14" O.

Es representativa de una zona libre de influencia antrópica y por lo tanto se la considera como estación de referencia.

Esta estación fue establecida para el relevamiento general llevado a cabo entre 1997 y 1999, designándose entonces como Estación N° III y fue operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas los años 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007.



### Río Barrancas – Estación Puente Barrancas en Ruta Nacional N° 40

Tabla 2.7 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación. CL0 (río Barrancas, a la altura del puente de la Ruta Nacional N° 40). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	13:00	12:40	12:40	13:05	12:00	12:00	11:30	11:50	11:50	11:50	11:30	12:20
pH	7,55	7,70	7,85	7,63	7,34	6,81	7,84	7,85	7,65	8,10	8,08	7,82
Temp. Agua (°C)	15,5	17,1	13,4	9,5	8,0	6,6	5,7	4,2	7,3	10,0	12,0	14,5
Temp. Aire (°C)	29,0	27,0	24,0	21,0	12,0	13,0	14,0	9,0	11,0	20,0	20,0	30,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	345	523	510	552	565	598	539	577	575	474	303	280
2007	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Hora	12:00	12:30	12:05	12:20	12:00	12:30	13:00	12:00	11:59	11:50	11:30	11:30
pH	7,65	7,87	7,93	7,40	7,11	7,88	7,26	7,55	7,76	8,04	7,55	7,38
Temp. Agua (°C)	16,5	16,4	14,1	12,0	5,7	2,3	1,2	2,3	6,7	9,2	9,3	12,0
Temp. Aire (°C)	32,0	28,0	25,0	23,0	7,0	14,0	-3,0	6,5	13,0	17,0	18,0	24,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	312	502	503	497	445	632	684	622	638	555	416	513

Estación CL 0: Río Barrancas en Puente Ruta Nacional N° 40

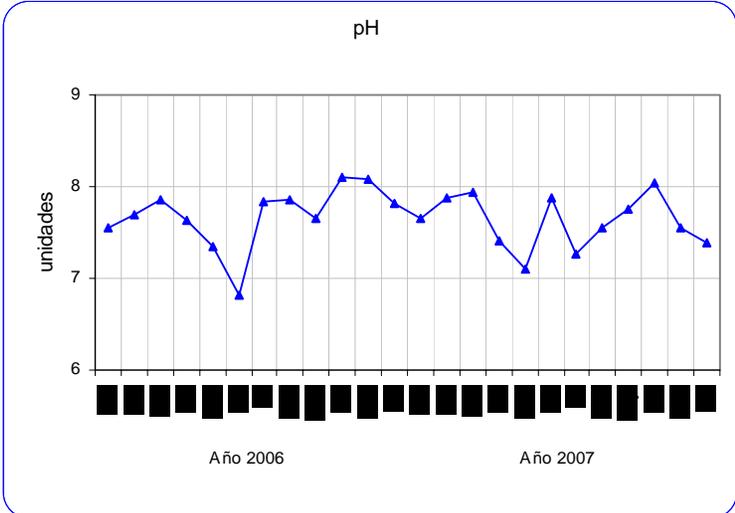


Fig. 2.2 Variación temporal del pH

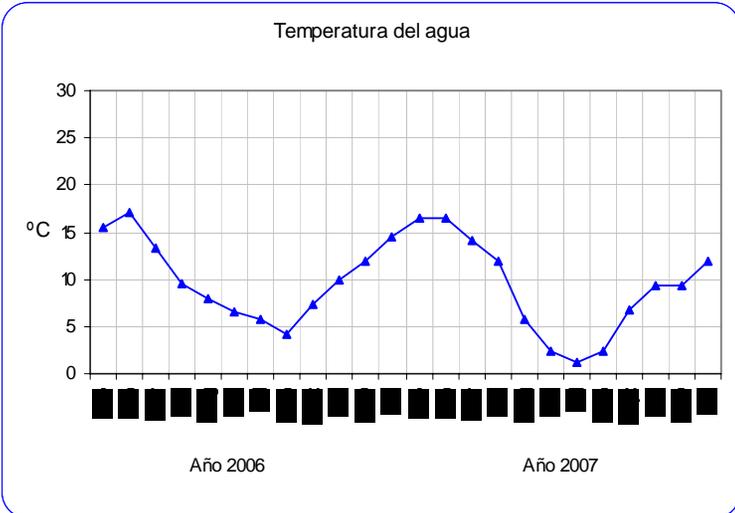


Fig. 2.3 Variación temporal de la temperatura del agua

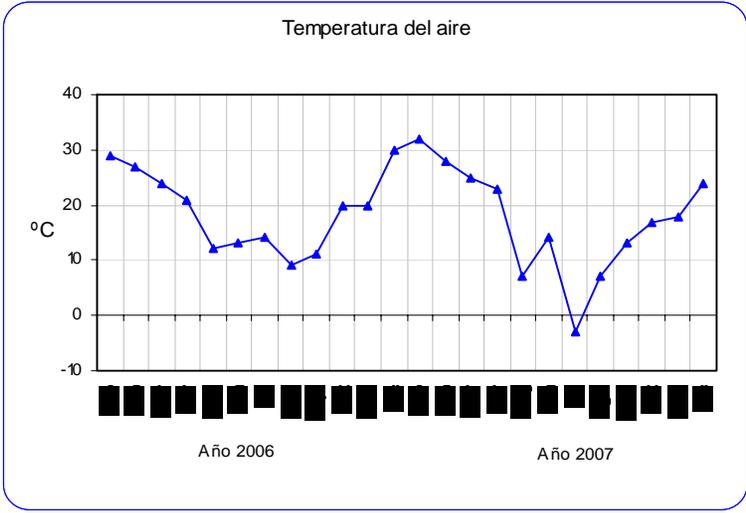


Fig. 2.4 Variación temporal de la temperatura del aire

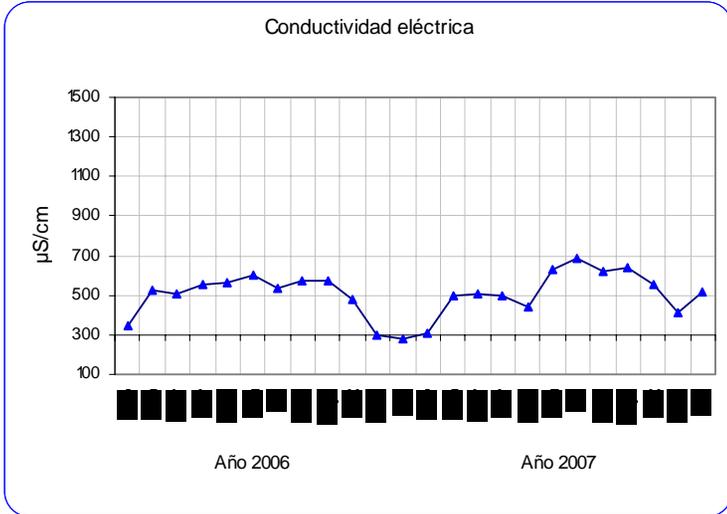


Fig. 2.5 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 0

Tabla 2.8 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 (río Barrancas en Puente Ruta Nacional N° 40). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,023	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.9 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 (río Barrancas en puente Ruta Nacional N° 40). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 0

Tabla 2.10 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 (río Barrancas en puente Ruta Nacional N° 40). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5	9 ± 1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	98± 9	96 ± 9	7 ± 1	< 2	3 ± 0,5	5 ± 0,6	6 ± 0,7	17±2	3±1	15±2	13±1	10±1
Cobre	15 ± 1	8 ± 1	2 ± 1	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	6±1	8±1
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	< 5	6 ± 1	< 5	< 5	7 ± 1	10 ± 1	6 ± 0,6	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	< 5	36 ± 2	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Arsénico	<5	8±1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	18±2	50±5	9±1	8±1	6±1	5±1	6±1	10±1	10±1	12±1	23±3	26±3
Cobre	6±1	3±1	2±1	5±1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	30±2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



CL 1  
Río Grande  
Paraje de Bardas Blancas

CL 1

Se ubica en el río Grande, sobre su margen derecha, a la altura de la Paraje de Bardas Blancas. Son sus coordenadas 35° 51' 32" S y 69° 48' 25" O. Corresponde a una zona libre de influencia antrópica y representa también una estación de referencia.

Fue establecida para el programa de relevamiento general llevado a cabo entre 1997 y 1999, designándose entonces como estación N° I.

Es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas desde el año 2000.



### Río Grande-Paraje de Bardas Blancas

Tabla 2.11 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 1 (río Grande, Bardas Blancas, aguas arriba del puente de la Ruta Nacional N° 40. Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	10:00	09:50	10:00	10:20	09:30	09:40	09:15	09:20	09:30	09:20	09:05	09:50
pH	7,48	7,57	7,64	7,49	6,83	6,81	7,60	7,79	7,64	7,93	8,14	7,83
Temp. Agua (°C)	9,4	13,4	10,2	6,0	5,0	4,0	2,9	1,5	4,1	6,8	6,7	9,1
Temp. Aire (°C)	23,5	18,0	19,0	12,0	4,0	8,0	8,0	0	5,0	11,00	13,0	20,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	437	659	936	1.066	1.079	1.022	940	979	933	745	414	383
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Hora	09:10	09:50	09:20	09:30	09:20	09:50	10:00	09:20	09:20	09:10	09:05	09:00
pH	7,55	7,77	7,82	7,04	7,34	7,67	7,35	7,12	7,48	7,55	7,65	7,62
Temp. Agua (°C)	10,8	12,2	10,3	9,1	4,3	0,7	0	0,8	4,6	5,0	6,5	9,0
Temp. Aire (°C)	16,0	16,0	14,0	15,0	2,0	9,0	-9,0	2,0	6,0	6,0	12,0	14,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	402	638	861	921	895	1225	707	1209	1077	990	712	624

Estación CL 1: Río Grande, Bardas Blancas, aguas arriba del puente Ruta Nacional N° 40

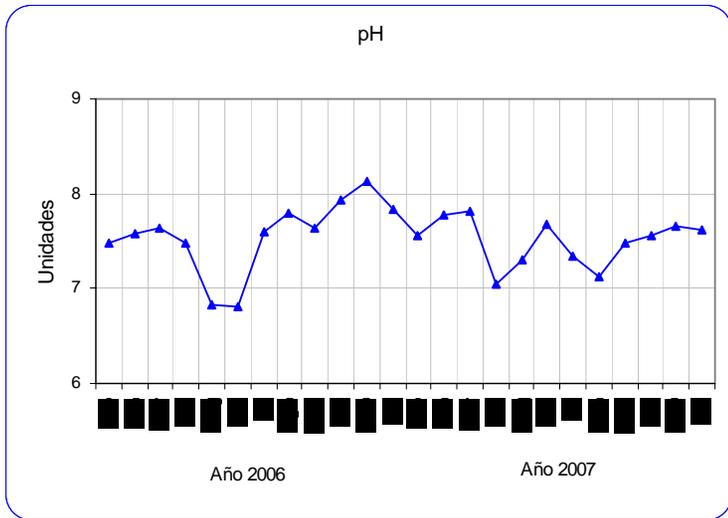


Fig. 2.6 Variación temporal del pH

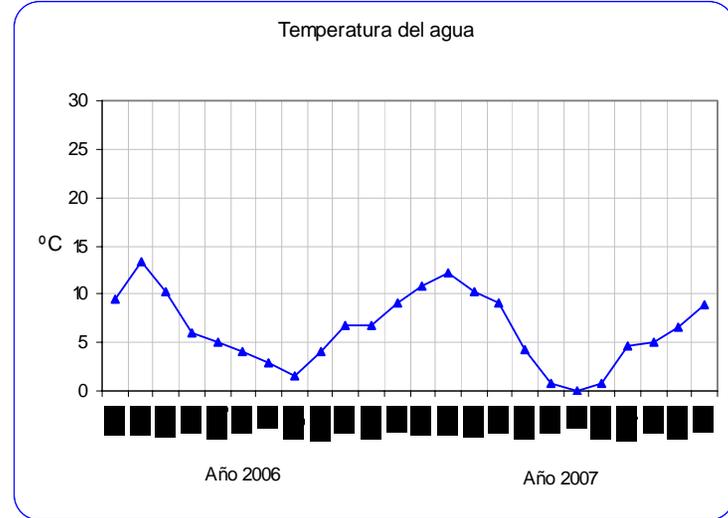


Fig. 2.7 Variación temporal de la temperatura del agua

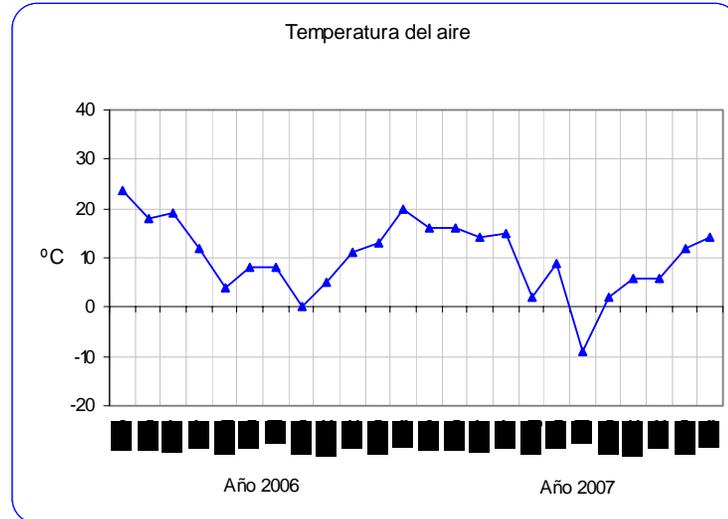


Fig. 2.8 Variación temporal de la temperatura del aire

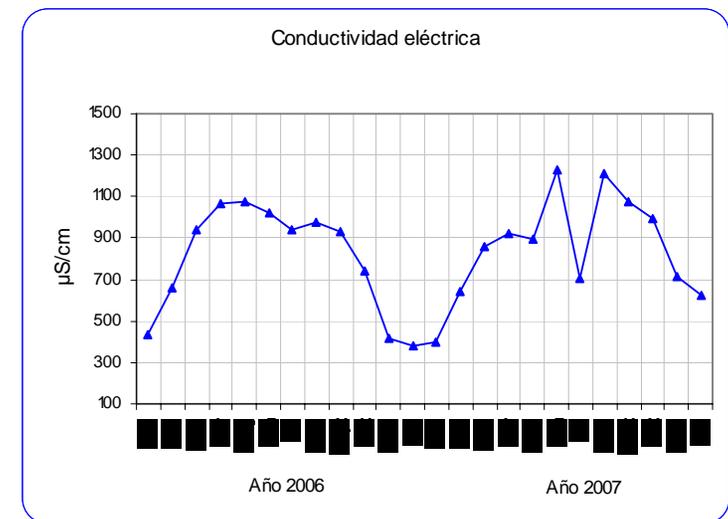


Fig. 2.9 Variación de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 1

Tabla 2.12 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 1 (río Grande en Bardas Blancas). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.13- Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 1 (río Grande en Bardas Blancas). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 1

Tabla 2.14 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 1 (río Grande en Bardas Blancas).  
Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	42± 4	19 ± 2	8 ± 1	3 ± 0,5	8 ± 1	6 ± 0,8	7 ± 0,8	25±4	13±2	20±2	14±1	5±1
Cobre	26 ± 2	16 ± 2	10 ± 2	8 ± 1	4 ± 0,5	< 2	2 ± 0,7	2±1	<2	3±1	20±2	12±2
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	7 ± 0,8	5 ± 0,5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	6±10	<2	39±3	3±1	3±1	15±3	13±2	16±2	24±2	20±2	20±2	32±3
Cobre	11±2	10±1	22±3	3±1	5±1	<2	5±1	5±1	7±1	3±1	3±1	11±2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



## CL 2

### Río Colorado

### Estación Buta Ranquil

CL 2

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha, próximo a la estación de aforos de Buta Ranquil, yacimiento El Portón, margen derecha aguas abajo del puente, a los 37° 07' 27" S y 69° 38' 51" O.

Area con actividad petrolera.

Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándose entonces como estación N° IV.

Desde el año 2000 es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas.



### Río Colorado-Estación Buta Ranquil

Tabla 2.15 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 2 (río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, Pcia. de Neuquén). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	14:50	14:05	14:05	14:25	13:15	13:20	12:35	13:00	12:50	12:50	12:50	13:30
pH	7,56	7,63	7,83	7,58	7,44	7,11	7,83	7,78	7,68	7,95	8,07	7,82
Temp. Agua (°C)	16,5	19,6	15,0	11,1	10,3	5,8	5,4	5,3	8,8	11,4	14,5	16,9
Temp. Aire (°C)	34,0	31,0	28,0	21,5	15,0	11,5	17,0	12,0	15,0	23,0	22,0	32,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	455	763	879	966	974	914	836	888	909	757	438	402
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Hora	13:25	13:50	13:20	13:30	13:10	13:40	14:20	13:15	13:00	13:00	12:40	12:35
pH	7,51	7,91	7,57	8,03	7,54	7,54	7,75	7,65	7,85	7,98	7,65	7,74
Temp. Agua (°C)	19,6	18,8	16,2	14,2	8,0	3,8	1,3	3,8	10,2	10,0	9,5	13,8
Temp. Aire (°C)	30,0	28,0	27,0	24,0	9,0	14,0	-2,0	12,0	16,0	19,0	15,0	25,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	433	708	801	825	832	1071	1049	1055	1001	900	656	691

Estación CL 2: Río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, Provincia de Neuquén

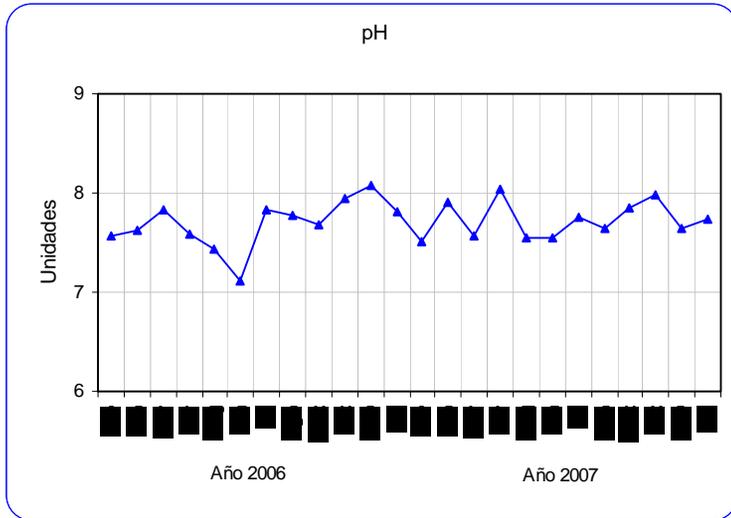


Fig. 2.10 Variación temporal del pH

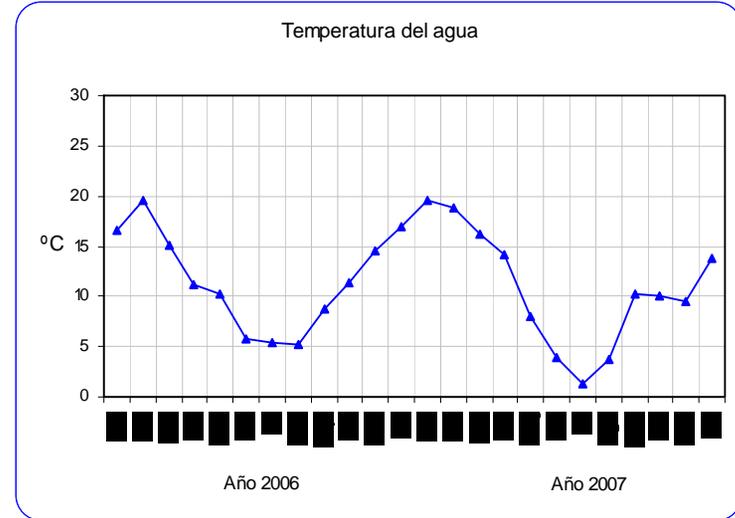


Fig. 2.11 Variación temporal de la temperatura del agua

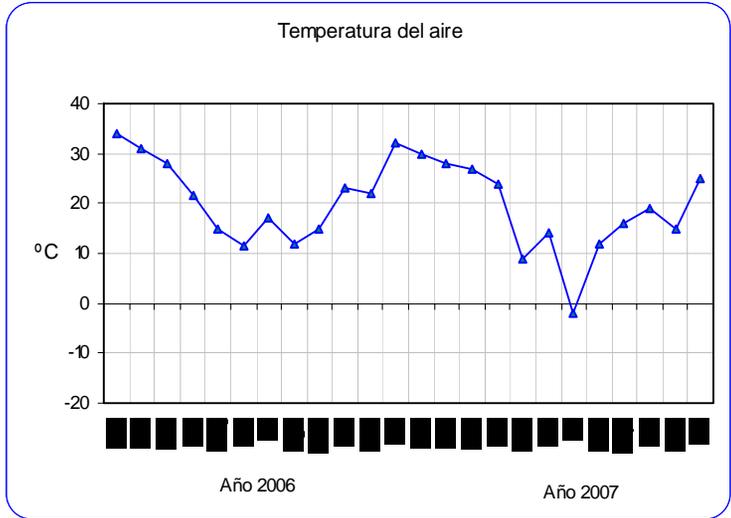


Fig. 2.12 Variación temporal de la temperatura del aire

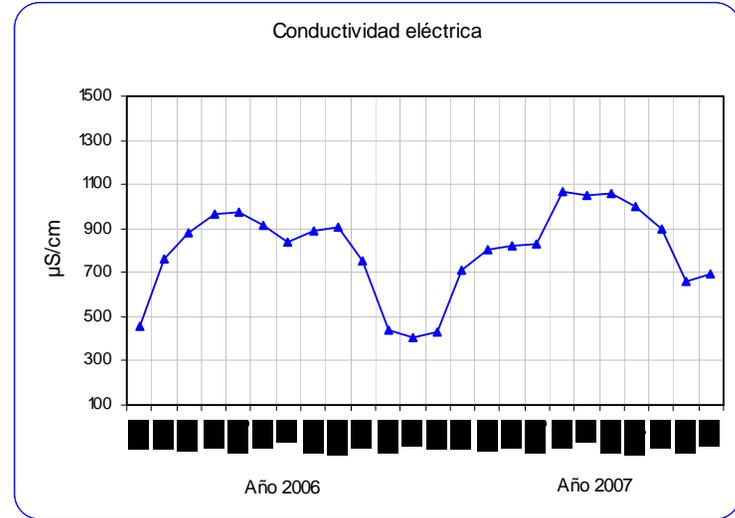


Fig. 2.13 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 2

Tabla 2.16 – Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 2 (río Colorado a la altura de Buta Ranquil). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.17 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 2 (río Colorado a la altura de Buta Ranquil). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Sept. (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 2

Tabla 2.18 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 2 (río Colorado a la altura de Buta Ranquil).  
Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	156±15	36 ± 3	14 ± 1	11 ± 1	5 ± 0,6	4 ± 0,5	5 ± 0,6	18±3	5±1	21±2	32±2	8±1
Cobre	31 ± 3	15 ± 2	7 ± 1	4 ± 0,5	< 2	< 2	3 ± 1	<2	5±1	<2	26±2	12±1
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	< 5	< 5	7 ± 1	< 5	< 5	8 ± 0,8	7 ± 0,7	<5	<5	<5	7±1	<5
Plomo	< 5	11 ± 1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	13±1	11±1	16±2	<2	<2	13±3	10±2	12±2	10±2	11±2	14±2	17±2
Cobre	11±2	4±1	10±2	<2	<2	3±1	3±1	<2	5±1	<2	<2	4±1
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



CL 3  
Río Colorado  
Puente de Desfiladero Bayo

CL 3

Se ubica en el río Colorado sobre la margen derecha, a la altura del puente de Desfiladero Bayo, a los 37° 21' 57" S y 69° 00' 55" O, corresponde también a un área donde tiene lugar la actividad petrolera. Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándose entonces como Estación N° VII.

Desde el año 2000 es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas.



### Río Colorado- Puente de Desfiladero Bayo

Tabla 2.19 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 3 (río Colorado, Desfiladero Bayo, sector petrolero aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Pcia de Neuquén). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	16:40	15:40	15:30	16:05	14:50	14:50	14:40	14:10	14:20	14:10	14:15	14:50
pH	7,57	7,63	7,84	7,63	7,52	7,10	7,85	7,84	7,73	8,01	8,04	7,82
Temp. Agua (°C)	17,5	21,0	17,9	11,9	11,3	6,0	5,6	6,5	10,0	14,0	15,2	17,4
Temp. Aire (°C)	34,0	30,0	29,0	22,0	17,0	15,0	15,0	15,0	16,0	24,0	23,0	34,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	462	839	891	984	979	913	848	909	959	773	504	427
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Hora	15:03	15:10	14:50	14:45	14:20	15:10	15:30	14:30	14:20	14:15	13:50	13:45
pH	7,69	7,81	7,88	8,13	7,54	7,77	7,98	7,75	7,47	8,21	7,58	7,94
Temp. Agua (°C)	20,1	20,1	17,9	15,0	8,3	4,0	1,8	5,0	12,3	13,3	11,4	15,3
Temp. Aire (°C)	37,0	29,0	30,0	21,0	10,0	12,0	4,0	15,0	17,0	24,0	17,0	26,0
C. eléctrica [ $\mu$ S/cm]	498	1463	810	824	765	1041	1028	1061	1034	908	629	711

Estación CL 3: Río Colorado, Desfiladero Bayo, aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Pcia. De Neuquén

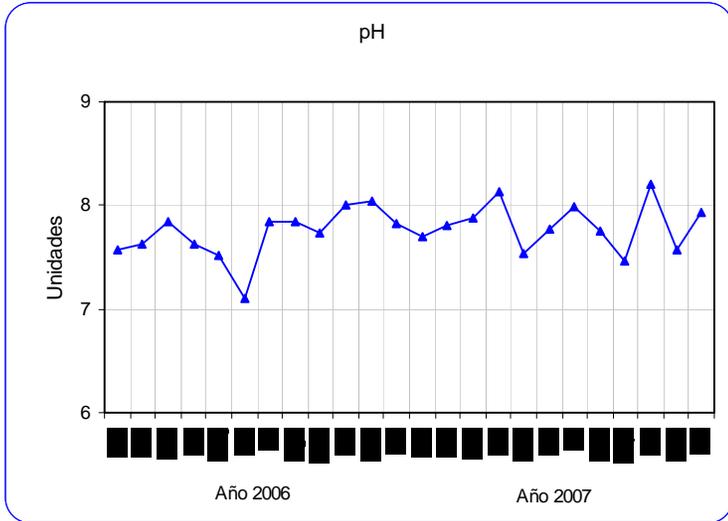


Fig. 2.14 Variación temporal del pH

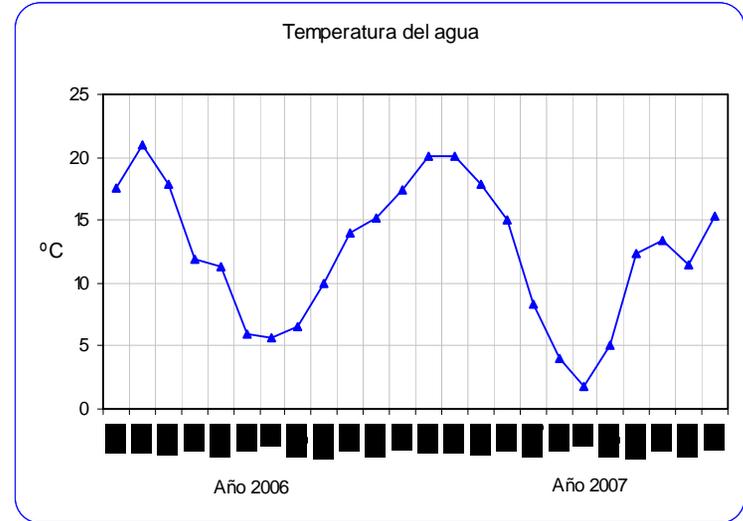


Fig. 2.15 Variación temporal de la temperatura del agua

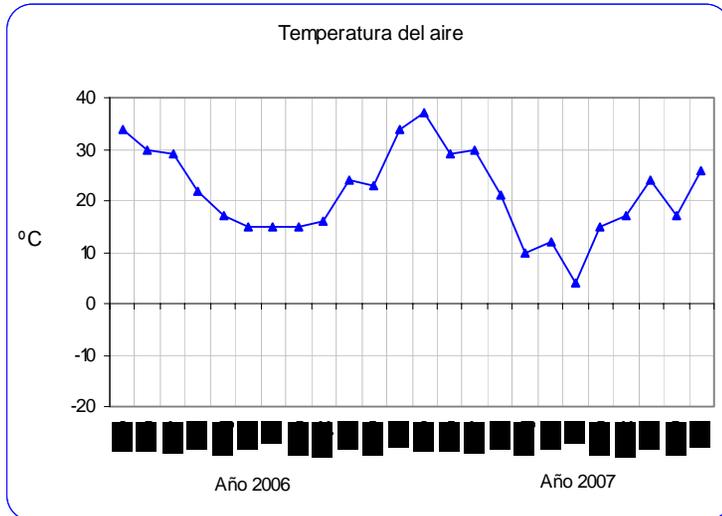


Fig. 2.16 Variación temporal de la temperatura del aire

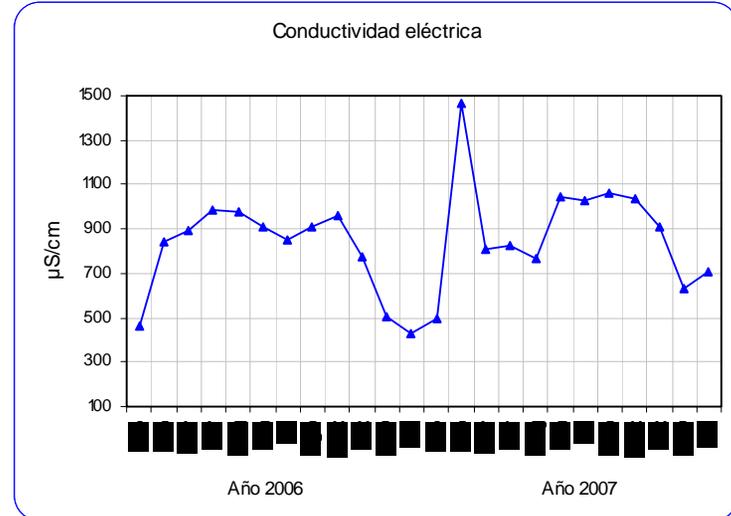


Fig. 2.17 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 3

Tabla 2.20 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 3 (río Colorado a la altura de Desfiladero Bayo). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.21 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 3 (río Colorado a la altura de Desfiladero Bayo). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 3

Tabla 2.22 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 3 (río Colorado a la altura de Desfiladero Bayo). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	51 ± 5	30 ± 3	6 ± 1	20 ± 2	3 ± 0,5	7 ± 1	8±1	17±2	<2	26±3	24±2	7±1
Cobre	42 ± 4	17 ± 4	5 ± 1	4 ± 0,5	< 2	< 2	2 ± 0,8	<2	<2	<2	26±2	12±1
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	15 ± 1,9	9 ± 1	< 5	< 5	< 5	9 ± 1	7 ± 0,8	<5	<5	<5	9±1	<5
Plomo	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (12/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	14±1	39±4	29±2	<2	<2	11±2	11±2	12±2	12±2	10±2	14±2	29±3
Cobre	13±2	21±2	16±2	3±1	<2	<2	3±1	<2	<2	<2	4±1	5±1
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	29±3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



# CL 4

## Río Colorado

### Punto Unido

CL 4

Está ubicada en el río Colorado, sobre la margen izquierda a la altura de Punto Unido, aguas abajo, a los 37° 43' 32" S y 67° 45' 47" O. Representa un área de captación y distribución de agua para diferentes usos. Fue establecida en el programa de relevamiento general (1997-1999), designándose entonces como Estación N° XIV. Se la opera desde el año 2000 como estación perteneciente a la red de monitoreo de calidad de aguas.



### Río Colorado-Punto Unido

Tabla 2.23 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 4 (río Colorado, Puente Dique Punto Unido, aprovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, Pcia. de La Pampa). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (13/03)	Abril (18/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	08:45	08:18	20:00	09:00	17:05	17:00	17:05	16:25	16:20	16:30	17:50	18:30
pH	7,67	7,64	7,96	7,78	7,51	6,97	7,84	7,85	7,80	8,08	8,06	7,83
Temp. Agua (°C)	16,0	21,8	21,3	12,5	12,6	6,4	6,4	7,9	12,3	16,5	20,7	23,2
Temp. Aire (°C)	18,0	21,0	23,0	14,0	20,0	13,0	10,0	16,0	18,0	25,0	26,0	32,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	494	1.445	913	1.001	1.011	844	885	928	1.025	795	543	444
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Hora	19:12	07:50	17:30	17:10	17:00	17:50	17:50	16:45	16:50	16:40	16:20	16:05
pH	7,87	8,13	7,67	8,18	7,37	7,89	8,05	7,55	8,14	8,08	7,46	7,74
Temp. Agua (°C)	25,7	21,5	22,1	14,6	9,9	5,3	2,3	5,4	14,4	17,3	16,	18,3
Temp. Aire (°C)	32,0	20,0	30,0	15,0	12,0	12,0	2,0	16,0	19,5	25,0	20,0	23,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	462	691	825	732	920	1200	1216	1081	1107	950	605	726

Estación CL 4: Río Colorado, Puente Dique Punto Unido, aprovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, Pcia. La Pampa

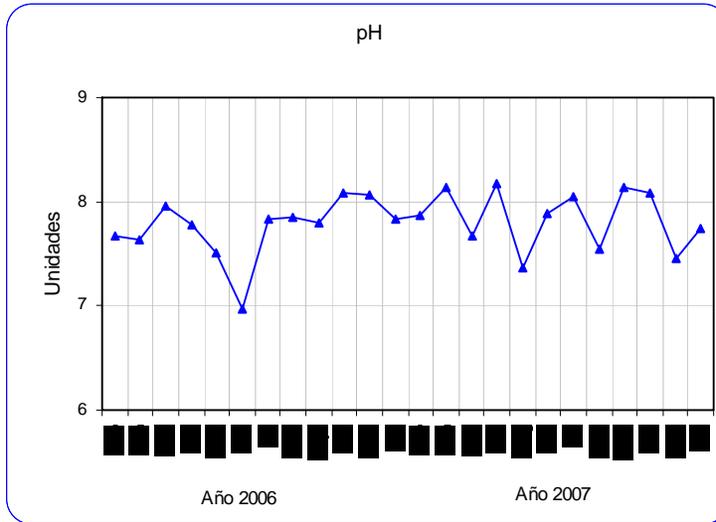


Fig. 2.18 Variación temporal del pH

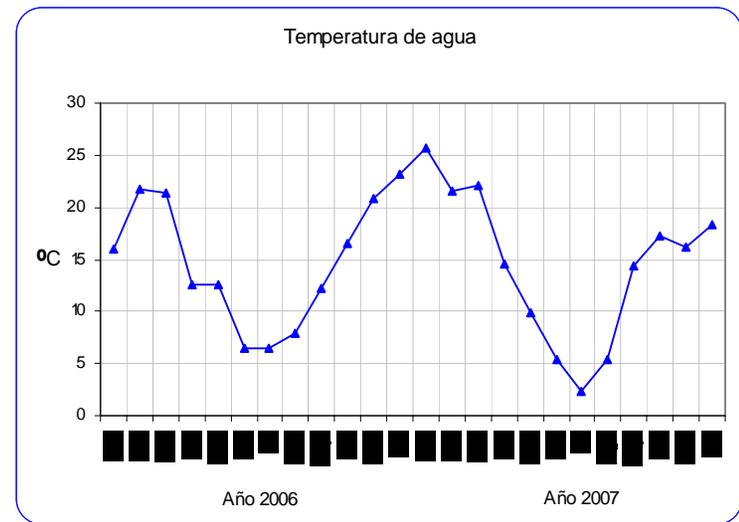


Fig. 2.19 Variación temporal de la temperatura del agua

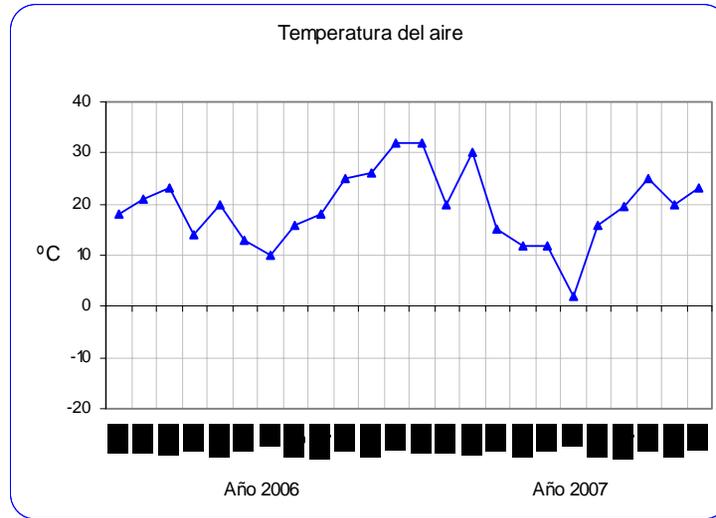


Fig. 2.20 Variación temporal de la temperatura del aire

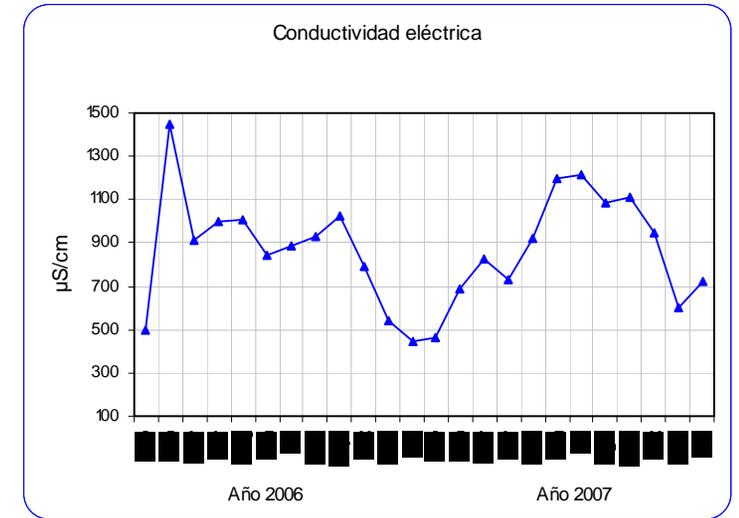


Fig. 2.21 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 4

Tabla 2.24 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 4 (río Colorado a la altura de Punto Unido). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (13/03)	Abril (18/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,028	0,073	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

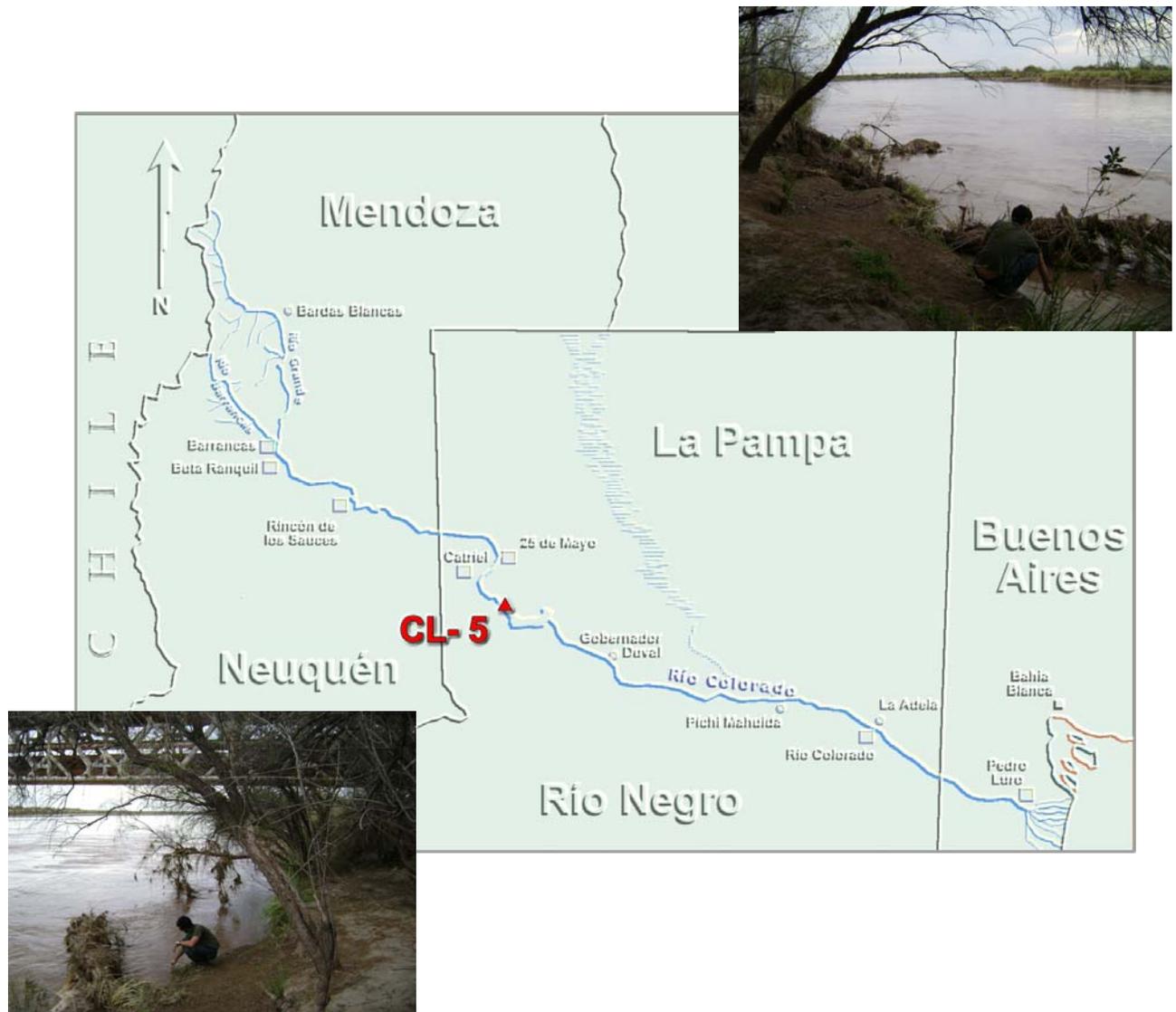
Tabla 2.25 – Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua (µg/L) en la estación CL 4 (río Colorado a la altura de Punto Unido). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs (µg/L)	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 4

Tabla 2.26 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 4 (río Colorado a la altura de Punto Unido). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (13/03)	Abril (18/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5	10 ± 1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	118±11	47 ± 5	6 ± 1	12 ± 2	7 ± 1	13 ± 2	11 ± 1	18±2	<2	20±2	30±2	4±1
Cobre	44 ± 4	27 ± 3	5 ± 1	4 ± 0,5	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	27±2	9±1
Cromo	< 1	2 ± 0,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	20 ± 2	26 ± 2	5 ± 1	< 5	< 5	10 ± 1	8 ± 0,9	<5	<5	<5	10±1	<5
Plomo	< 5	12 ± 1	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (08/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo 12/03/07)	Abril (09/04/07)	Mayo (07/05/07)	Junio (11/06/07)	Julio (09/07/07)	Agosto (06/08/07)	Septiembre (10/09/07)	Octubre (15/10/07)	Noviembre (12/11/07)	Diciembre (10/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	15±2	5±1	<2	<2	<2	15±3	12±2	14±2	14±2	12±2	24±3	6±1
Cobre	14±2	5±1	<2	<2	<2	<2	4±1	<2	<2	<2	12±2	4±1
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



# CL 5

## Río Colorado

### Pasarela Medanito

**CL 5**

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha, a la altura de la Pasarela Medanito y en proximidades de la cola del embalse Casa de Piedra, a los 38° 01' 35" S y 67° 52' 44" O.

Representa un área de actividad petrolera.

Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándosele como Estación N° XXII. Desde el año 2000 forma parte de la red de monitoreo de calidad de aguas.



### Río Colorado-Pasarela Medanito

Tabla 2.27 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 5 (río Colorado, Pasarela Yacimiento Medanito, margen derecha, Pcia. De Río Negro).  
Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	19:20	18:00	20:50	18:40	17:55	17:50	18:00	17:15	17:15	17:15	18:40	19:15
pH	7,65	7,74	7,93	7,72	7,63	7,21	8,0	7,94	7,96	8,04	8,04	7,87
Temp. Agua (°C)	20,8	25,7	20,8	14,2	13,2	7,0	6,9	8,4	12,0	16,5	21,0	23,3
Temp. Aire (°C)	23,0	32,0	21,0	21,0	19,0	11,0	10,0	15,0	18,0	23,0	25,0	32,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	573	733	951	1.035	1.049	820	901	929	1042	823	587	464
2007	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Hora	18:04	18:20	18:25	17:55	17:50	18:40	18:40	17:35	17:50	17:40	17:15	17:10
pH	7,75	7,94	7,87	8,48	7,71	7,92	8,02	8,18	8,18	8,08	7,67	7,83
Temp. Agua (°C)	25,5	23,7	22,0	14,9	10,5	5,9	2,7	5,9	14,3	17,6	15,9	18,0
Temp. Aire (°C)	36,0	30,0	30,0	14,0	11,5	9,0	0,0	15,0	19,5	25,0	22,0	24,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	476	731	857	860	958	1205	1210	1103	1135	986	638	737

Estación CL 5: Río Colorado, Pasarela Yacimiento Medanita, margen derecha, Pcia. De Río Negro

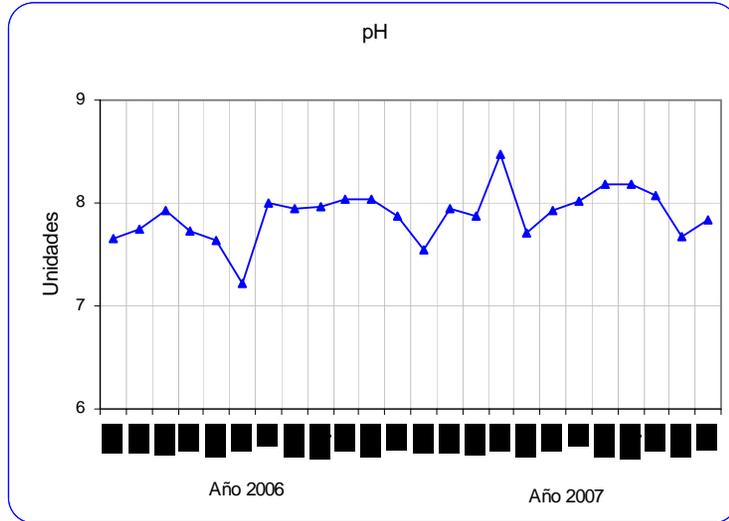


Fig. 2.22 Variación temporal del pH

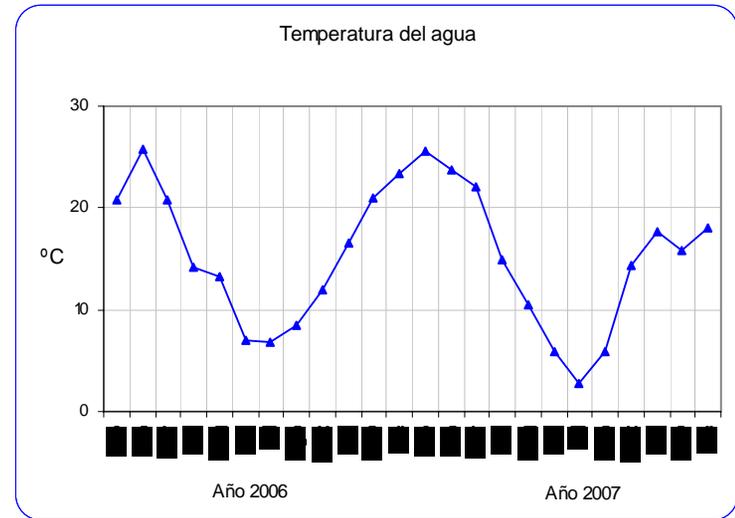


Fig. 2.23 Variación temporal de la temperatura del agua

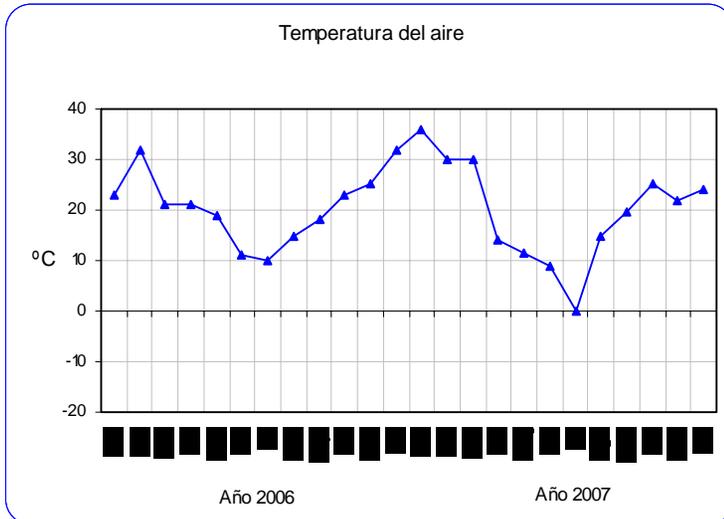


Fig. 2.24 Variación temporal de la temperatura del aire

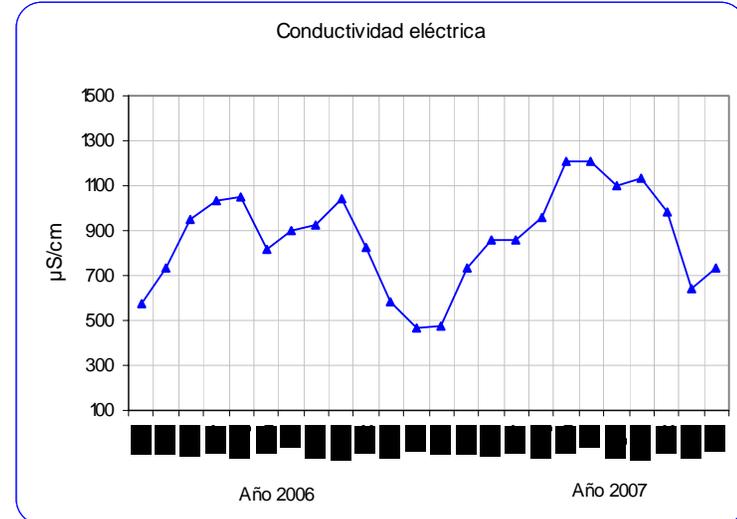


Fig. 2.25 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 5

Tabla 2.28- Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 5 (río Colorado a la altura de Pasarela Medanita). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,018/ <0,10	<0,010/ 0,035	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020/ 0,021	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,025	<0,20/ 0,350	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020/ 0,500	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.29- Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 5 (río Colorado a la altura de Pasarela Medanito). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 5

Tabla 2.30 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 5 (río Colorado a la altura de Pasarela Medanito). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (09/01)	Febrero (20/02)	Marzo (13/03)	Abril (17/04)	Mayo (08/05)	Junio (12/06)	Julio (10/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (09/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Arsénico	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5
Cadmio	< 1 / <5	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <5	<1 / <1
Cinc	65± 6/77±7	39±3/33±3	8 ± 1/7±1	3±0,5/4±0,6	6±0,8/11±1	23±3/8±0,8	19±3/9±0,8	18±2/19±3	3±1 / <2	21±2/21±2	14±1/17±2	<2/4±1
Cobre	59±5/ 64±5	26±3/25±2	6 ± 1/7±1	3±0,5/4±0,5	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	20±2/22±2	7±1/9±1
Cromo	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1
Mercurio	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	< 1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1
Molibdeno	< 10 / <10	< 10 / <10	< 10 / <10	< 10 / <10	< 10 / <10	< 10 / <10	< 10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10
Níquel	26± 2/29±2	13 ± 1/9±1	5 ± 1/6±1	< 5 / <5	6 ± 1 / <5	10±1/ 10±1	7±0,8/8±0,9	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	6±1/6±1	<5 / <5
Plomo	< 5 / <5	12±1/10±1	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	< 5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5
Selenio	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	< 2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2
2007	Enero (08/01)	Febrero (12/02)	Marzo (12/03)	Abril (09/04)	Mayo (07/05)	Junio (11/06)	Julio (09/07)	Agosto (06/08)	Septiembre (10/09)	Octubre (15/10)	Noviembre (12/11)	Diciembre (10/12)
Arsénico	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5
Cadmio	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1
Cinc	16±2/16±2	17±1/10±1	24±2/22±2	<2 / <2	<2 / <2	10±2/18±3	11±2/11±2	12±2/9±2	7±1/5±1	5±1/4±1	18±2/5±1	31±3 / <2
Cobre	16±2/9±1	8±1/8±1	16±2/15±1	<2 / <2	<2 / <2	<2/6±1	<2/2±1	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	9±1/5±1	5±1/5±1
Cromo	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1
Mercurio	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1	<1 / <1
Molibdeno	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10
Níquel	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5
Plomo	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5	<5 / <5
Selenio	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2	<2 / <2



CL 6  
 Río Colorado  
 Descarga Embalse Casa de Piedra

CL 6

Está ubicada en la descarga del embalse Casa de Piedra, sobre la margen izquierda a los 38° 12' 55" S y 67° 11' 04" O. Tiene por objeto evaluar la calidad del agua restituida del embalse al río Colorado. Se estableció para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándose entonces como estación N° XXIV. Desde el año 2000 se opera como estación integrante de la red de monitoreo de calidad de aguas.



### Río Colorado-Descarga del Embalse Casa de Piedra

Tabla 2.31- Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 6 (río Colorado, Presa embalse Casa de Piedra, aguas abajo de la descarga, margen derecha). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (14/03)	Abril (18/04)	Mayo (09/05)	Junio (13/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Hora	13:29	10:15	09:20	11:20	08:55	09:00	12:30	08:40	09:00	08:55	09:00	09:10
pH	7,83	7,79	8,26	7,94	7,83	7,60	8,0	8,12	7,95	8,17	8,29	7,95
Temp. Agua (°C)	22,5	22,5	19,9	16,7	14,0	10,0	9,0	7,4	9,9	12,1	17,2	18,7
Temp. Aire (°C)	27,5	22,0	21,0	11,5	9,0	8,0	11,0	5,0	8,0	17,0	18,0	26,0
C. Eléctrica [µS/cm]	865	727	728	722	738	754	788	798	831	825	864	833
2007	Enero (09/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (13/03/07)	Abril (10/04/07)	Mayo (08/05/07)	Junio (12/06/07)	Julio (10/07/07)	Agosto (07/08/07)	Septiembre (11/09/07)	Octubre (16/10/07)	Noviembre (13/11/07)	Diciembre (11/12/07)
Hora	09:35	09:30	09:00	09:00	08:45	09:15	09:40	09:15	08:55	09:10	09:00	08:30
pH	7,89	8,04	7,86	8,13	7,28	7,94	7,79	7,85	8,07	8,02	7,85	8,09
Temp. Agua (°C)	20,4	22,2	19,5	18,0	14,0	9,1	5,8	5,9	7,8	11,3	15,5	18,5
Temp. Aire(°C)	29,0	25,0	21,0	10,0	2,5	4,0	-3,0	10,0	6,0	17,0	13,0	15,0
C. Eléctrica [µS/cm]	717	689	695	676	588	788	915	686	862	916	950	1002

Estación CL 6: Río Colorado, Presa embalse Casa de Piedra, aguas abajo de la descarga, margen derecha

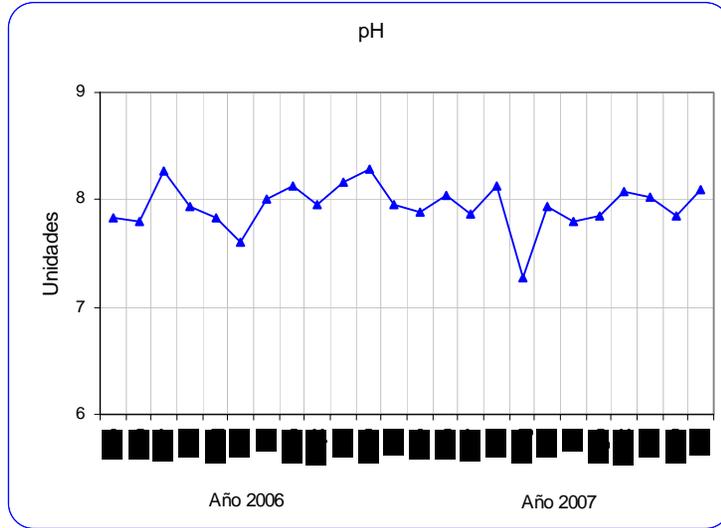


Fig. 2.26 Variación temporal del pH

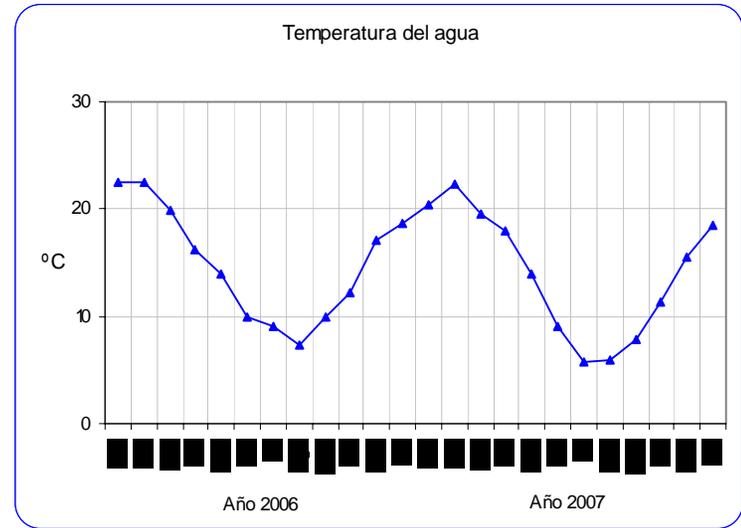


Fig. 2.27 Variación temporal de la temperatura del agua

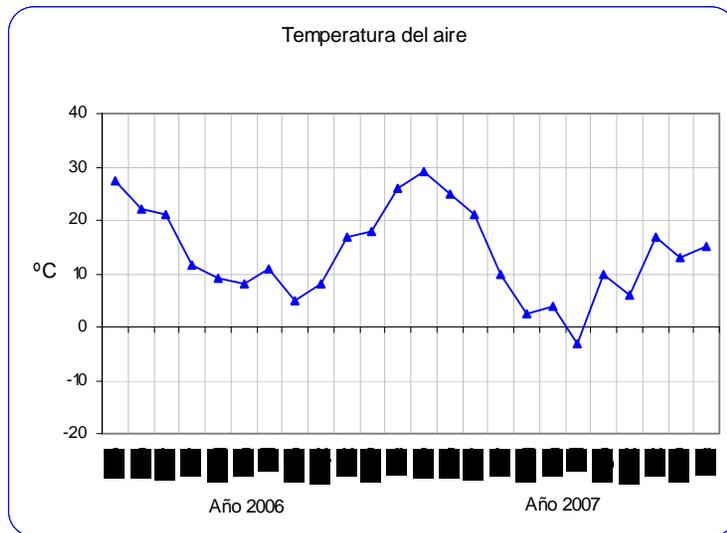


Fig. 2.28 Variación temporal de la temperatura del aire

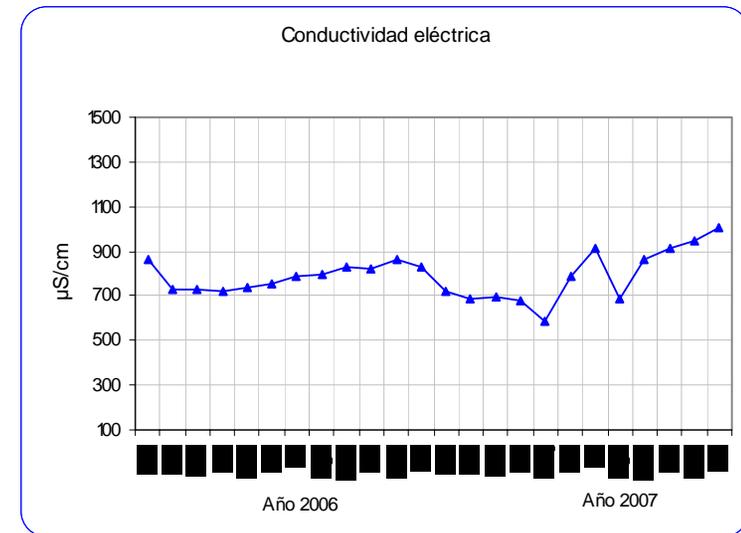


Fig. 2.29 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 6

Tabla 2.32- Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 6 (descarga del embalse Casa de Piedra). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (14/03)	Abril (18/04)	Mayo (09/05)	Junio (13/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,052	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,030	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,028	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,350	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,025	0,500	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla 2.33 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 6 (descarga del embalse Casa de Piedra). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (09/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (13/03/07)	Abril (10/04/07)	Mayo (08/05/07)	Junio (12/06/07)	Julio (10/07/07)	Agosto (07/08/07)	Septiembre (11/09/07)	Octubre (16/10/07)	Noviembre (13/11/07)	Diciembre (11/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 6

Tabla 2.34- Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 6 (en la descarga del embalse Casa de Piedra). Períodos Enero 2006-Diciembre 2006 y Enero 2007-Diciembre 2007.

2006	Enero (10/01)	Febrero (21/02)	Marzo (14/03)	Abril (18/04)	Mayo (09/05)	Junio (13/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Arsénico	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	3,7±0,3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	3,7±0,3	<1
Cinc	8 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	< 2	4 ± 0,4	< 2	< 2	15±3	<2	38±4	<2	<2
Cobre	10 ± 1	3 ± 0,6	3 ± 0,6	3 ± 0,5	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	< 5	7 ± 1	7 ± 1	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	< 5	<5	<5
Plomo	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
2007	Enero (09/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (13/03/07)	Abril (10/04/07)	Mayo (08/05/07)	Junio (12/06/07)	Julio (10/07/07)	Agosto (07/08/07)	Septiembre (11/09/07)	Octubre (16/10/07)	Noviembre (13/11/07)	Diciembre (11/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	<2	5±1	<2	<2	<2	13±3	8±1	7±1	<2	<2	<2	<2
Cobre	<2	<2	8±1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



Río Colorado  
 CL 7 Puente Viejo La Adela-Río Colorado  
 CL 8 Colonia Juliá y Echarren

CL 7

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha a la altura de las localidades de La Adela (La Pampa) y Río Colorado (Río Negro), a los 38° 59' 14" S y 64° 05' 32" O.

Es representativa de la última área de aprovechamiento agrícola existiendo además un cruce de oleoducto bajo el cauce del río.

Esta estación no fue incluida en el programa de relevamiento general y se la operó desde el año 2000 hasta fines del año 2006, exclusivamente como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas. En el ciclo 2007 fue reemplazada por la estación CL 8.



### Río Colorado- Localidades de La Adela y Río Colorado

Tabla 2.35 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 7 (río Colorado, puente viejo “La Adela – Río Colorado”, margen derecha, Pcia. de Río Negro). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas durante el año 2006											
	Enero (11/01)	Febrero (22/02)	Marzo (15/03)	Abril (19/04)	Mayo (10/05)	Junio (14/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Hora	07:50	08:40	08:10	07:35	08:45	08:35	19:10	18:45	19:00	18:55	18:20	19:15
pH	7,84	8,05	8,02	7,90	7,78	7,74	7,89	7,92	7,83	8,10	8,25	8,19
Temp. Agua (°C)	21,8	24,1	20,6	13,7	12,8	8,6	9,6	8,6	12,5	17,3	21,2	24,0
Temp. Aire (°C)	20,0	17,0	15,0	14,0	9,0	9,0	14,0	12,0	12,0	24,0	22,0	27,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	880	782	770	746	759	775	789	822	858	842	891	868

Estación CL 7: Río Colorado, puente viejo La Adela, margen izquierda, Pcia. De Río Negro

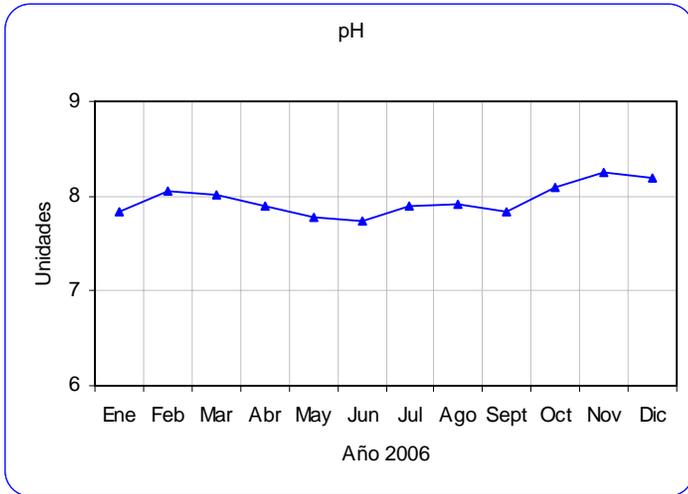


Fig. 2.30 Variación temporal del pH

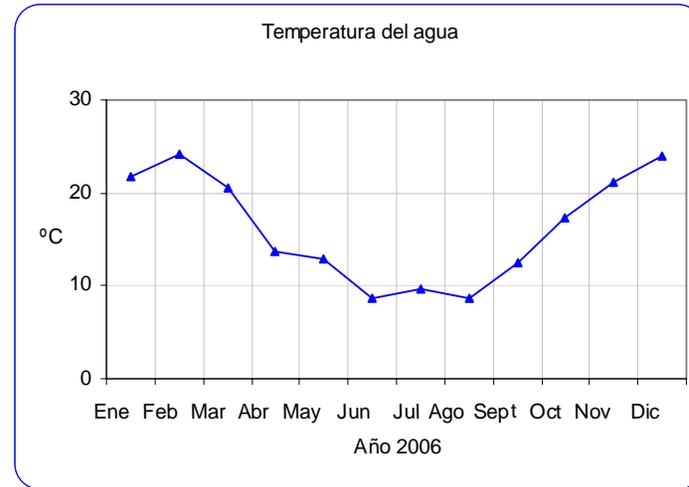


Fig. 2.31 Variación temporal de la temperatura del agua

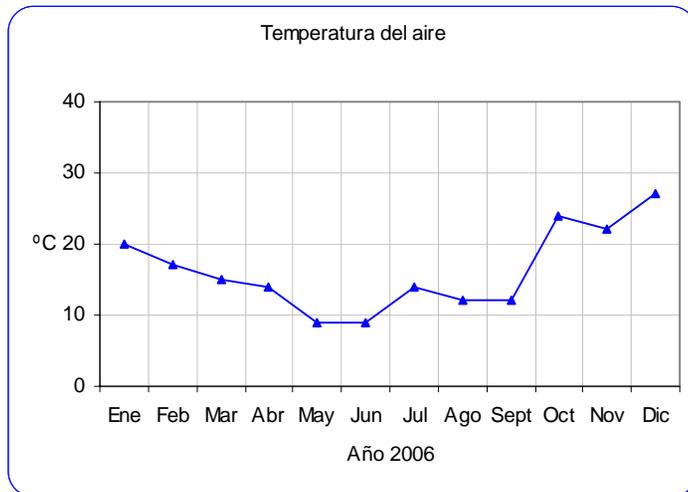


Fig. 2.32 Variación temporal de la temperatura del aire

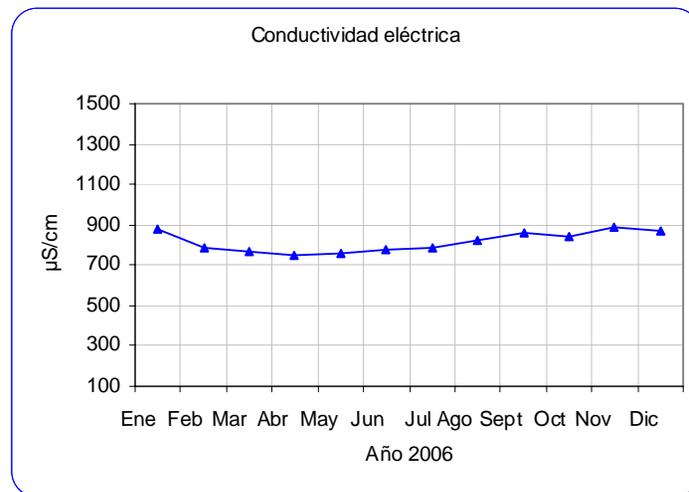


Fig. 2.33 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 7

Tabla 2.36 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 7 (río Colorado a la altura de La Adela). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (11/01)	Febrero (22/02)	Marzo (15/03)	Abril (19/04)	Mayo (10/05)	Junio (14/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 7

Tabla 2.37 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 7 (río Colorado a la altura de La Adela). Período Enero 2006-Diciembre 2006.

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2006											
	Enero (11/01)	Febrero (22/02)	Marzo (15/03)	Abril (19/04)	Mayo (10/05)	Junio (14/06)	Julio (11/07)	Agosto (08/08)	Septiembre (12/09)	Octubre (10/10)	Noviembre (14/11)	Diciembre (12/12)
Arsénico	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	5 ± 1	8 ± 1	6 ± 1	9 ± 1	4 ± 0,4	3 ± 0,3	< 2	16±3	16±3	21±2	<2	<2
Cobre	12 ± 1	6 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2
Cromo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	<2	<2	<2	<2	<2

**CL 8**

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha a la altura de la Colonia Juliá y Echarren (Río Negro)  
 Es representativa de las condiciones del río aguas abajo de los retornos urbanos y agrícolas de la Comarca Río Colorado – La Adela.  
 Fue incorporada a la red de monitoreo de calidad de aguas en enero de 2007 en reemplazo de la estación CL 7 (Puente viejo – La Adela).



### Río Colorado-Colonia Juliá y Echarren

Tabla 2.38 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 8 (río Colorado, Colonia Juliá y Echarren) margen derecha, Pcia. de Río Negro). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas durante el año 2007											
	Enero (10/01)	Febrero (13/02)	Marzo (13/03)	Abril (10/04)	Mayo (08/05)	Junio (13/06)	Julio (11/07)	Agosto (07/08)	Septiembre (11/09)	Octubre (16/10)	Noviembre (13/11)	Diciembre (11/12)
Hora	08:48	19:40	19:25	19:55	19:30	08:50	08:30	19:20	19:15	9:50	19:05	18:45
pH	8,12	8,28	8,17	8,10	7,64	7,85	7,94	7,67	8,09	7,85	7,86	8,01
Temp. Agua (°C)	23,9	24,5	22,6	16,1	11,0	5,0	1,0	6,6	14,8	17,7	17,4	20,5
Temp. Aire (°C)	18,0	22,0	27,0	10,0	7,0	3,0	-8,0	11,0	14,0	16,0	10,0	26,0
C. Eléctrica [ $\mu$ S/cm]	804	745	713	618	706	850	1078	798	1137	1040	1037	1069

Estación CL 8: Río Colorado, Colonia Juliá y Echarren, margen derecha, Pcia. De Río Negro

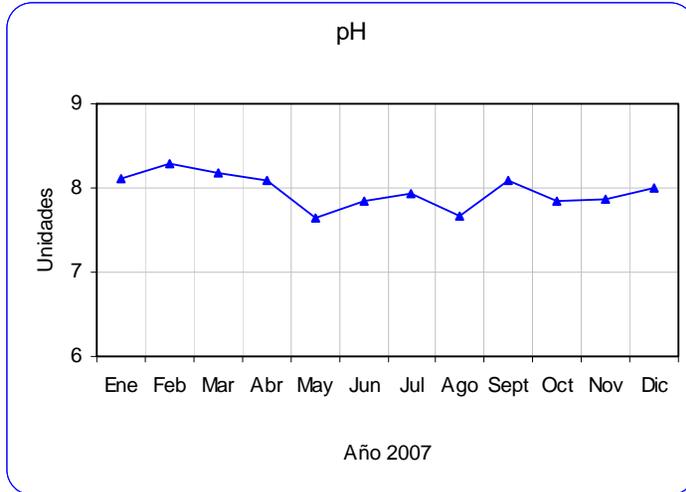


Fig. 2.34 – Variación temporal del pH

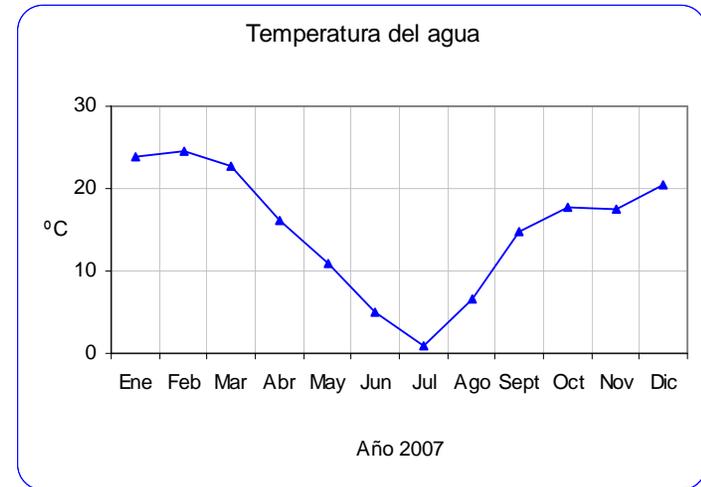


Fig. 2.35 Variación temporal de la temperatura del agua

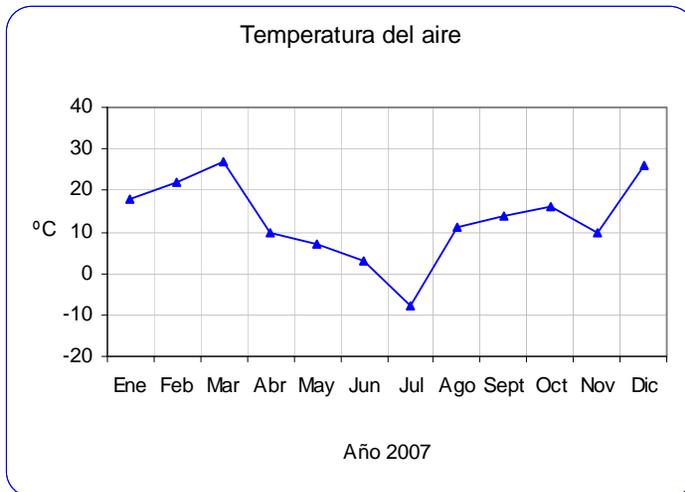


Fig. 2.36 Variación temporal de la temperatura del aire



Fig. 2.37 Variación temporal de la conductividad eléctrica

Estación  
CL 8

Tabla 2.39 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 8 (río Colorado, Colonia Juliá y Echarren). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (09/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (13/03/07)	Abril (10/04/07)	Mayo (08/05/07)	Junio (12/06/07)	Julio (10/07/07)	Agosto (07/08/07)	Septiembre (11/09/07)	Octubre (16/10/07)	Noviembre (13/11/07)	Diciembre (11/12/07)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Estación  
CL 8

Tabla 2.40 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 8 (río Colorado, Colonia Juliá y Echarren). Período Enero 2007-Diciembre 2007.

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2007											
	Enero (09/01/07)	Febrero (13/02/07)	Marzo (13/03/07)	Abril (10/04/07)	Mayo (08/05/07)	Junio (12/06/07)	Julio (10/07/07)	Agosto (07/08/07)	Septiembre (11/09/07)	Octubre (16/10/07)	Noviembre (13/11/07)	Diciembre (11/12/07)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	<2	12 $\pm$ 1	<2	<2	<2	11 $\pm$ 2	9 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2	8 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<2	<2
Cobre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3 $\pm$ 1	<2	<2	<2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

### 2.5.1 Metales y metaloides

En las tablas 2.10, 2.14, 2.18, 2.22, 2.26, 2.30, 2.34, 2-37 y 2.40 se muestran las concentraciones de metales y metaloides registradas en los períodos Enero 2006 – Diciembre 2006 y Enero 2007 – Diciembre 2007.

En el año 2006, los metales detectados en forma habitual fueron cinc y cobre en todas las estaciones y durante casi todo el período de estudio. Las concentraciones de cinc halladas variaron entre un máximo de  $156 \pm 15 \mu\text{g/L}$  y un mínimo de  $3 \pm 0,3 \mu\text{g/L}$ , siendo el valor mediano  $8,0 \mu\text{g/L}$  y  $36,0 \mu\text{g/L}$  el  $P_{90}$ .

En los ríos Grande, Barrancas y Colorado (estaciones CL 0, CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, y CL 5) los valores mayores de cinc fueron detectados en los meses de enero y febrero (Fig. 2.38). Las concentraciones de este metal, en general, volvieron a sufrir un incremento a partir del mes de agosto disminuyendo nuevamente en el mes de diciembre. Habiéndose registrado las concentraciones más altas en las estaciones CL 0 ( $98 \mu\text{g/L}$ ), CL 2 (Buta Ranquil) ( $156 \mu\text{g/L}$ ) y CL 4 ( $118 \mu\text{g/L}$ ). En las estaciones CL 6 y CL 7 las concentraciones fueron menores, siendo  $38 \mu\text{g/L}$  el valor más elevado en todo el período en ambos sitios.

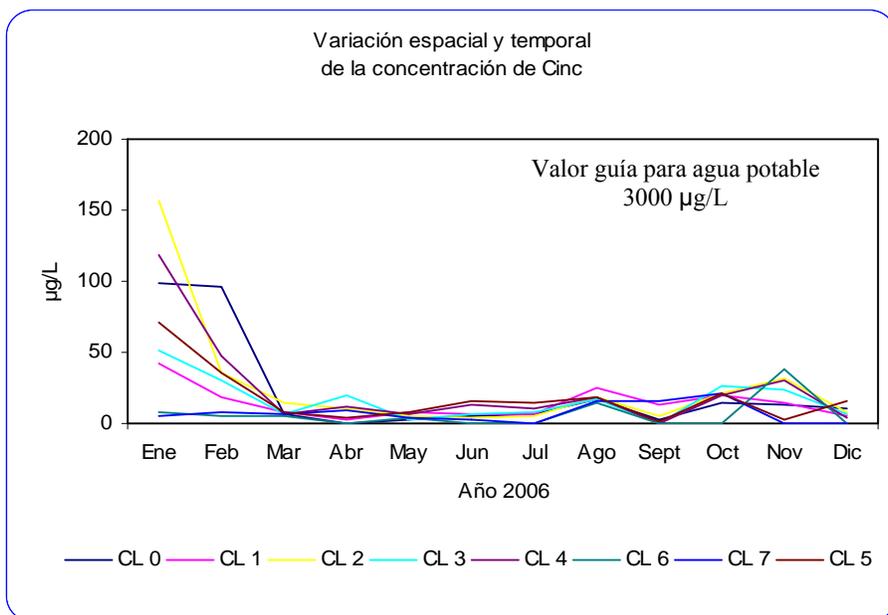


Fig. 2.38. – Variación espacial y temporal de la concentración de cinc en la columna de agua durante el año 2006.

Las concentraciones de cobre observadas en el ciclo 2006 variaron entre un máximo de  $64,5 \mu\text{g/L}$  y un mínimo de  $2,0 \mu\text{g/L}$ , siendo el valor mediano  $2 \mu\text{g/L}$  y  $22,8 \mu\text{g/L}$  el  $P_{90}$ .

Los mayores valores de cobre fueron observados en los meses de enero y febrero en los ríos Barrancas (CL 0), Grande (CL 1) y Colorado (CL 2, CL 3, CL 4 y CL 5). En los meses de noviembre y diciembre volvieron a registrarse picos en las concentraciones de éste metal en las citadas estaciones, presentándose los valores más altos en el mes de noviembre (Fig. 2.39).

En las estaciones CL 6 y CL 7, las concentraciones de cobre observadas fueron bajas, siendo los valores más elevados 10 µg/L (estación CL 6) y 12 µg/L (estación CL 7). Los registros fueron luego más bajos hasta el mes abril y permanecieron por debajo del límite de cuantificación durante el resto del año (Fig. 2.39).

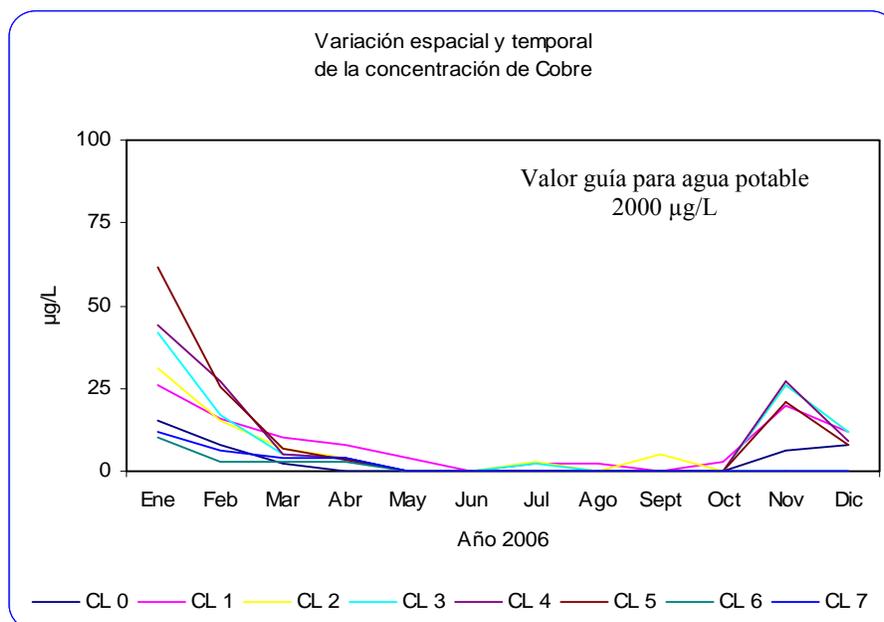


Fig. 2.39. - Variación espacial y temporal de la concentración de cobre en la columna de agua durante el año 2006.

En todo el período de estudio llevado a cabo en el año 2006 hubo dos detecciones de arsénico, en la estación CL 0 en el mes de febrero  $9,0 \pm 1$  µg/L y en la estación CL 4 en el mismo mes,  $10,0 \pm 1$  µg/L.

En los meses de enero y noviembre de 2006, se detectó cadmio en la estación CL 6, en concentraciones de  $3,7 \pm 0,3$  µg/L en ambos casos.

Ese mismo año, hubo detecciones de níquel en las estaciones CL 0 (febrero,  $6 \pm 1$  µg/L; mayo,  $7 \pm 1$  µg/L; junio,  $10 \pm 1$  µg/L; julio,  $6 \pm 0,6$  µg/L); CL 1 (junio,  $7 \pm 0,8$ ; julio,  $5 \pm 0,5$  µg/L); CL 2 (marzo,  $7 \pm 1$  µg/L; junio,  $8 \pm 0,8$  µg/L; julio,  $7 \pm 0,7$  µg/L; noviembre,  $7 \pm 1$  µg/L); CL 3 (enero,  $15 \pm 1,9$  µg/L; febrero,  $9 \pm 1$  µg/L; junio,  $9 \pm 1$  µg/L; julio,  $7 \pm 0,8$  µg/L; noviembre,  $9 \pm 1$  µg/L); CL 4 (enero,  $20 \pm 2$  µg/L; febrero  $26 \pm 2$  µg/L; marzo,  $5 \pm 1$  µg/L; junio,  $10 \pm 1$  µg/L; julio,  $8 \pm 0,9$  µg/L; noviembre,  $10 \pm 1$  µg/L); CL 5 (enero,

26±2/29±2 µg/L; febrero, 13±1/9±1 µg/L; marzo, 5±1/6±1 µg/L; mayo, 6±1/<5 µg/L; junio, 10±1/10±1 µg/L; julio, 7±0,8/8±0,9 µg/L; noviembre, 6±1/6±1 µg/L); CL 6 (febrero, 7±1 µg/L; marzo 7±1 µg/L).

Se detectó plomo en las estaciones CL 0 (febrero, 36±2 µg/L); CL 2 (febrero, 11±1 µg/L); CL 4 (febrero, 12±1 µg/L) y CL 5 (febrero, 12±1/10±1).

En la estación CL 4, en el mes de febrero de 2006, se detectó cromo (2±0,6 µg/L).

En el período Enero 2007 – Diciembre 2007, al igual que en el ciclo 2006 y anteriores, los metales habitualmente detectados fueron cinc y cobre, en todas las estaciones y durante todo el período de estudio, en concentraciones muy por debajo de los Valores Guía para los diferentes usos del agua.

Las concentraciones de cinc halladas en el área de estudio en este período, variaron entre un máximo de 50±5 µg/L y un mínimo medido de 3±1 µg/L, siendo el valor mediano 10,0 µg/L y 22,6 µg/L el P<sub>90</sub>. La moda fue <2,0. En tanto que las concentraciones de cobre el máximo fue de 22±3 µg/L y un mínimo de 3±1 µg/L. El valor de la mediana, al igual que la moda, fue <2,0 µg/L y el P<sub>90</sub> 11± µg/L.

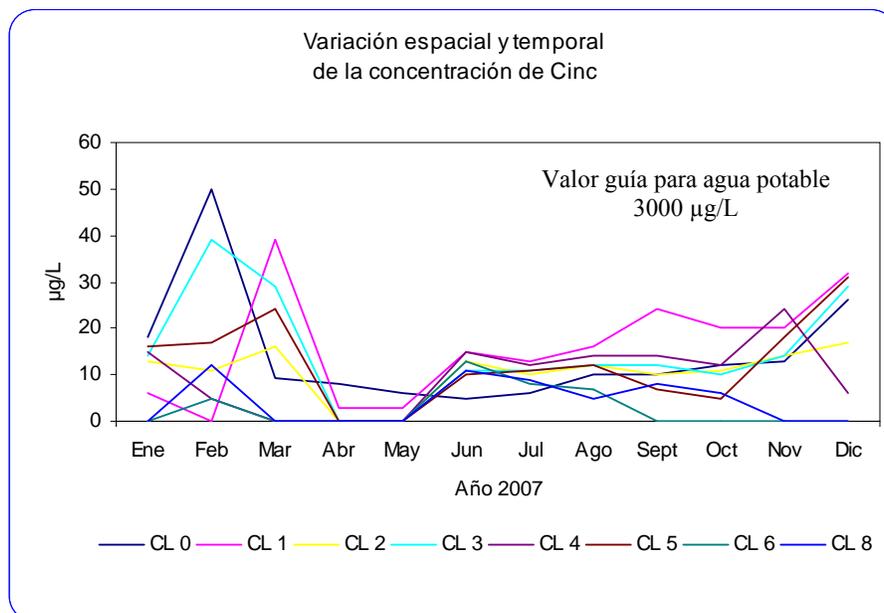


Fig. 2.40. – Variación espacial y temporal de la concentración de cinc en la columna de agua durante el año 2007.

En el año 2007, en el río Barrancas (Estación CL 0) las mayores concentraciones de cinc se presentaron en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre, con un máximo (50±5 µg/L) en febrero (Fig. 2.40).

Con respecto al cobre las únicas detecciones en esta estación tuvieron lugar entre enero y abril, presentándose el valor máximo en enero ( $6 \pm 1 \mu\text{g/L}$ ). El resto del año los valores se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación (Fig. 2.40).

Ese mismo año, en el río Grande (Estación CL 1) los valores más altos de cinc fueron observados en los meses de marzo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, presentándose el máximo ( $39 \pm 3 \mu\text{g/L}$ ) en marzo (Fig. 2.40). Las concentraciones de cobre más elevadas en esta estación se observaron en los meses de enero, marzo y diciembre, con un máximo ( $22 \pm 3 \mu\text{g/L}$ ) en marzo (Fig. 2.41).

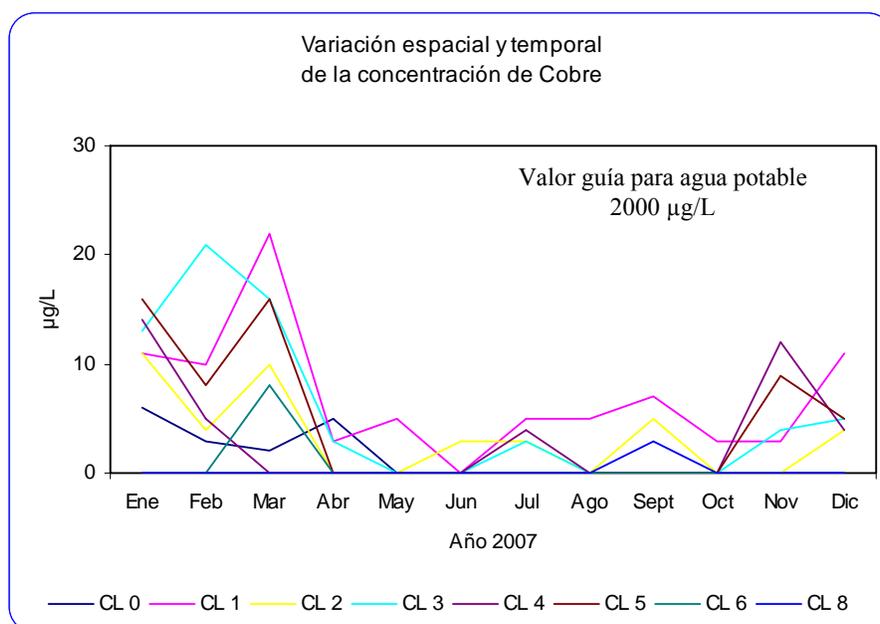


Fig. 2.41 – Variación espacial y temporal de la concentración de cobre en la columna de agua durante el año 2007.

En el río Colorado, a la altura de Buta Ranquil (Estación CL 2), hubo detecciones de cinc durante todo el año 2007, a excepción de los meses de abril y mayo (Fig. 2.40). Las concentraciones oscilaron entre un mínimo de  $10 \pm 2 \mu\text{g/L}$  (julio y septiembre) y un máximo de  $17 \pm 2 \mu\text{g/L}$  (diciembre). En tanto que el cobre fue detectado en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio, septiembre y diciembre (Fig. 2.41), presentándose en concentraciones comprendidas en un rango de  $3 \pm 1 \mu\text{g/L}$  (junio y julio) y  $11 \pm 2 \mu\text{g/L}$  (enero).

A la altura de Desfiladero Bayo (Estación CL 3), el río Colorado mostró un perfil de detección de cinc similar al de la estación CL 2, presentándose el valor máximo ( $39 \pm 4 \mu\text{g/L}$ ) en el mes de febrero y el mínimo ( $10 \pm 2 \mu\text{g/L}$ ) en el mes de octubre. Las concentraciones de cobre presentaron su máximo

( $21 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$ ) en el mes de febrero y el mínimo ( $3 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) en los meses de abril y julio.

En la estación CL 4, ubicada en el río Colorado a la altura de Punto Unido, el cinc, mostró también un perfil de detección similar al de las estaciones CL 2 y CL3, con un máximo de  $24 \pm 3$   $\mu\text{g/L}$  en el mes de noviembre y un mínimo de  $5 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  en el mes de febrero de 2007. En esta estación (CL 4) hubo detecciones de cobre más escasas, presentándose el valor máximo ( $14 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$ ) en el mes de enero y el mínimo ( $4 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) en julio y diciembre.

En el río Colorado, a la altura de Pasarela Medanito (Estación CL 5), se observó una concentración máxima de cinc ( $31 \pm 3$   $\mu\text{g/L}$ ) en el mes de diciembre y un mínimo ( $4 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) en el mes de octubre de 2007. La concentración más elevada de cobre ( $16 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$ ) fue detectada en los meses de enero y marzo, presentándose un valor mínimo de  $2 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  en el mes de julio.

Aguas abajo del embalse Casa de Piedra, en la estación CL 6, las detecciones se hicieron más escasas, habiéndose hallado cinc en sólo cuatro oportunidades, en concentraciones comprendidas entre  $5 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  y  $13 \pm 3$   $\mu\text{g/L}$ . Las detecciones de cobre fueron aún más escasas, habiéndose observado una única vez en el mes de marzo, con una concentración de  $8 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ .

En la estación CL 8, ubicada en el río Colorado a la altura de la Colonia Juliá y Echarren (pcia. De Río Negro), muestreada por primera vez en el ciclo 2007, se detectó cinc en seis oportunidades, en concentraciones comprendidas entre  $5 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$  y  $12 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ . En tanto que el cobre, fue hallado una sola vez, en el mes de septiembre con un valor de  $3 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ .

Del resto de los metales y metaloides investigados hubo muy escasas detecciones durante todo el ciclo 2007, registrándose todas en el mes de febrero. Las mismas fueron, arsénico ( $8 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) y plomo ( $30 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 y níquel ( $29 \pm 3$   $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 3.

## 2.5.2 HAPs

En las Tablas 2.8, 2.12, 2.16, 2.20, 2.24, 2.28, 2.32 y 2.36 figuran las concentraciones de HAPs registradas en el período Enero-Diciembre 2006. En general no hubo detección de este tipo de sustancias, a pesar de trabajar con límites de cuantificación muy reducidos. Aisladamente se observó la presencia de naftaleno en las estaciones CL 0 (junio,  $0,020$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 1 (julio,  $0,011$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 2 (julio,  $0,021$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 3 (junio,  $0,010$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 4 (julio,  $0,073$   $\mu\text{g/L}$ ; septiembre,  $0,011$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 5 (julio,  $0,018$   $\mu\text{g/L}$ ; agosto,  $0,035$   $\mu\text{g/L}$ ); CL 6 (julio,  $0,052$   $\mu\text{g/L}$ ). También se registró la presencia de metilfenantreno en las estaciones CL 5 (julio,  $0,025$   $\mu\text{g/L}$ ; agosto,  $0,350$   $\mu\text{g/L}$ ) y CL 6 (agosto,  $0,350$   $\mu\text{g/L}$ ); metil naftaleno en las estaciones CL 5 (agosto,  $0,021$   $\mu\text{g/L}$ ) y CL 6 (agosto,  $0,021$   $\mu\text{g/L}$ );

dimetilnaftaleno en las estaciones CL 5 (agosto, 0,021 µg/L) y CL 6 (agosto, 0,028 µg/L); dimetil fenantreno en las estaciones CL 0 (Julio, 0,023 µg/L) y CL 6 (julio, 0,025 µg/L; agosto, 0,500 µg/L).

Las detecciones fueron solo en 19 casos, siendo el total de las determinaciones a lo largo del presente ciclo de 1.920 (20 parámetros x 8 estaciones de muestreo x 12 meses en el ciclo = 1.920 determinaciones), es decir en el nueve por mil de las veces (9 ‰).

Los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en el período de estudio Enero 2007 – Diciembre 2007 se muestran en las Tablas 2.9, 2.13, 2.17, 2.21, 2.25, 2.29, 2.33 y 2.39. Como puede apreciarse, no hubo detección de ningún miembro del grupo en ninguna de las estaciones de monitoreo durante todo el período de estudio. Aisladamente se observó la presencia de Fluoreno en la estación CL4 (Septiembre, 0,009 µg/L).

### 2.5.3 Valores guía

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides en muestras de agua fueron evaluados tomando como referencia valores guía (Tabla 2.41) que definen la aptitud del agua para diferentes usos (WHO 1993, 1998; *Canadian Environmental Quality Guidelines* 2005, 2006).

Tabla 2.41 - Valores guía para diferentes usos del agua

Parámetro	Valor guía (µg/L)			
	Agua Potable <sup>(1,2)</sup>	Irrigación <sup>(3)</sup>	Ganadería <sup>(4)</sup>	Vida acuática <sup>(5)</sup>
Arsénico	10	100	25	5
Cadmio	3	5,1	80	0,017
Cinc	3.000 <sup>(6)</sup>	1.000-5.000	50.000	30
Cobre	2.000	200-1.000	500-5.000	2-4
Cromo	50	4,9-8,0	50	1,0
Mercurio	6	-	3	0,026
Molibdeno	70	10-50	500	73
Níquel	70	200	1.000	25
Plomo	10	200	100	1-7
Selenio	10	20-50	50	1

<sup>1</sup> Dado que en la mayoría de los suministros de agua potable con captaciones en el río Colorado, el único tratamiento de potabilización aplicado es la desinfección, se han adoptado los valores guía para el agua de bebida como valores guía de calidad de la fuente; <sup>(2)</sup> WHO, 1993, 1998 <sup>(3)</sup>; CCME, (2005) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses – Irrigation*; <sup>(4)</sup> CCME, (2005) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses – Livestock*; <sup>(5)</sup> CCME, (2006) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. – <sup>(6)</sup> La OMS no fija valor guía para el cinc basado en consideraciones sobre la salud humana. El valor de 3000 µg/L está referido a la aceptabilidad por parte de consumidor.

La evaluación de los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en agua se llevó a cabo tomando como referencia los valores guías para la protección de la vida acuática publicados en *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* (CCME 2003), los cuales figuran en la Tabla 2.42.

Tabla 2.42 – Valores guía de HAPs para la protección de la vida acuática<sup>1</sup>

Hidrocarburo	Valor guía (µg/L)
Acenafteno	5,8
Antraceno	0,012
Benzo[a]antraceno	0,018
Benzo[a]pireno	0,015
Fluoranteno	0,04
Fluoreno	3,0
Naftaleno	1,1
Fenantreno	0,4
Pireno	0,025

(1) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2003*

En relación con la salud humana, los resultados obtenidos fueron contrastados con el valor guía de la Organización Mundial de la Salud para benzo[a]pireno, el cual es 0,7 µg/L (WHO 1998). Este valor guía, en base a estimaciones de la potencia relativa de los HAPs (WHO 1998), da protección para el resto de los miembros del grupo.

## 2.6 Discusión

Durante los años 2006 y 2007 se realizaron un total de 24 campañas mensuales, muestreando en 8 estaciones distribuidas a lo largo de la cuenca, alcanzando un total de 192 determinaciones para cada parámetro, sin considerar los correspondientes a control (blanco, duplicados, y duplicados adicionales).

Como síntesis, puede decirse que se obtuvieron:

- a) la mayoría de los registros por debajo de los límites de cuantificación
- b) los pocos valores detectados se encontraron por debajo de los valores guía o referencia para los usos permitidos.
- c) no hubo una detección sistemática a lo largo de la cuenca y del período de monitoreo por encima de algún valor guía de referencia.

(Ver Figura 2.42)

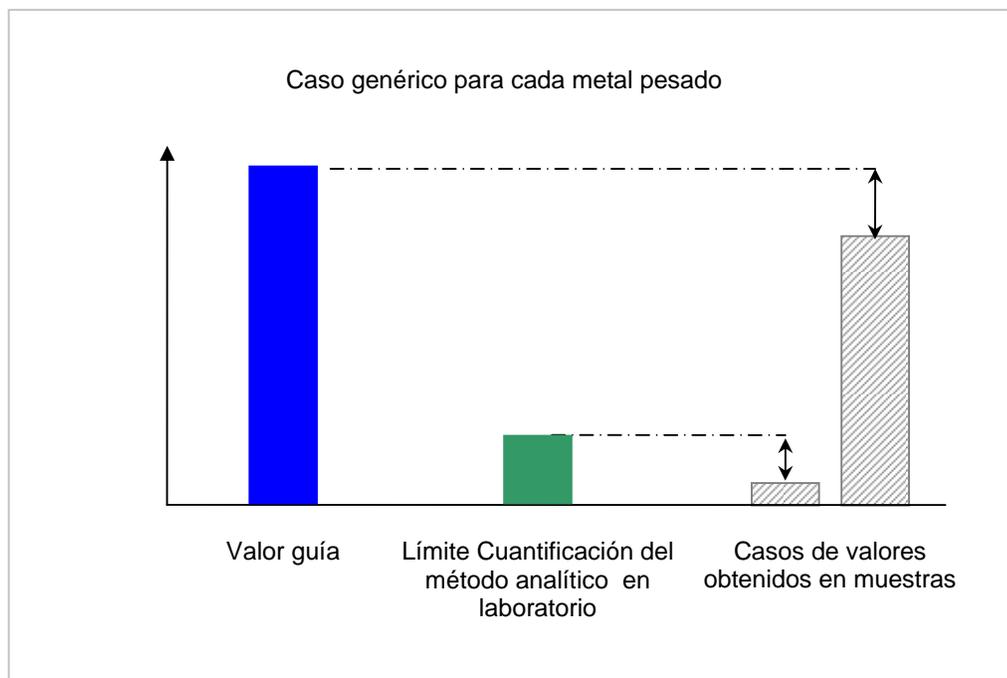


Fig. 2.42 - Comparación de las concentraciones de metales pesados para el valor guía, límite de cuantificación y valores obtenidos de las muestras del Programa de Calidad del Medio Acuático.

Los metales y metaloides detectados en el período de estudio (2006-2007) han sido observados frecuentemente en años anteriores. Su presencia se ha registrado aún en las estaciones de referencia, libres de influencia antrópica, ubicadas en la alta cuenca por lo cual su origen se ha vinculado a la litología de esa zona.

Las concentraciones halladas de los elementos bajo estudio, si bien en ocasiones superaban alguno de los valores guía tomados como referencia para evaluar la calidad del agua, no comprometían la aptitud del agua para sus diferentes usos. Esto es debido a que cuando hubo detecciones de los diferentes metales y metaloides, las mismas fueron esporádicas y en concentraciones ligeramente más elevadas que dicho valor guía.

En relación con la vida acuática, únicamente los niveles observados de cobre superaron en diversas oportunidades el correspondiente valor guía. De los restantes elementos, sólo en muy contadas ocasiones, cinc, níquel, arsénico, plomo, cadmio y cromo superaron escasamente el mencionado valor guía. La presencia de cadmio parece no estar vinculada a la litología de la cuenca.

La significación de la superación de los valores guía para protección de la vida acuática por algunos metales antes señalada, ha sido evaluada

complementariamente a través de ensayos ecotoxicológicos crónicos (sección 2.7).

Los valores guía para uso como fuente de agua potable no fueron superados por la mayoría de los elementos bajo estudio. Sólo en algunas oportunidades se detectó níquel y plomo superando dicho valor guía, al igual que cadmio en dos ocasiones. Estas detecciones no significan un compromiso de la calidad del agua para el mencionado uso.

En ninguna oportunidad la totalidad de los metales/metaloideos investigados superaron los valores guía para uso en irrigación y en ganadería.

En los ciclos de estudio 2006 y 2007, al igual que en los anteriores, a los efectos prácticos para la interpretación, se puede concluir que no hubo detección de HAPs en la columna de agua en las estaciones monitoreadas en el sistema del río Colorado (solo el 5 ‰ de las determinaciones arrojaron valores por encima del límite de cuantificación, pero siendo inferiores a los valores guías). Algunos miembros del grupo fueron detectados muy aisladamente en diferentes sitios, los cuales incluyeron las estaciones de referencia. Dichos HAPs, por su naturaleza y la concentración en la cual fueron hallados, no implicaban un riesgo para la salud humana ni para la vida acuática.

Luego del análisis presentado, es ilustrativo realizar el computo de las determinaciones para cada uno de los parámetros, en el total de las estaciones a lo largo de los 24 meses (192 determinaciones), utilizando como referencias el Límite de Cuantificación del Método de laboratorio empleado (LC) y el Valor Guía (VG) para el uso de fuente de agua potable.

En la Figura 2.43 se presenta dicha información como gráfico. La abundancia de color verde está poniendo en evidencia que los valores obtenidos en el Programa durante el período 2006/2007 estuvieron en la mayoría de las veces por debajo del Límite de Cuantificación. Son mínimas las oportunidades que los resultados fueron por encima del Valor Guía, como puede apreciarse a través del color rojo.

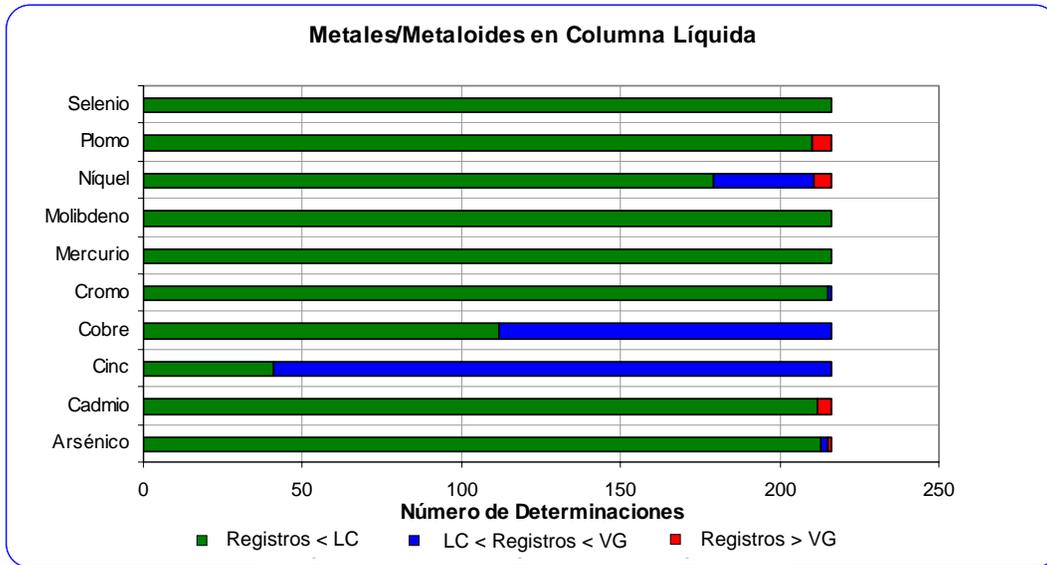


Fig. 2.43- Recopilación de todos los resultados de las muestras de columna líquida en metales pesados obtenidos durante 2006-2007, cotejándolos con el límite de cuantificación (LC) de cada uno de los parámetros y el Valor Guía (VG) para fuente de agua potable.

## 2.7 Ensayos ecotoxicológicos

Los ensayos ecotoxicológicos crónicos con agua fueron llevados a cabo en el laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología – Departamento de Ciencias Básicas - Universidad Nacional de Luján, Luján, provincia de Buenos Aires.

### 2.7.1 Estaciones de monitoreo

Las muestras de agua fueron extraídas en los sitios que figuran en la Tabla 2.44. Las mismas son representativas de áreas donde existen actividades potencialmente generadoras de contaminantes (estación CL 3) y lugares de uso relevante del agua (estación CL 4).

Tabla 2.44 Estaciones de muestreo de agua en el río Colorado para ensayos ecotoxicológicos

Estación	Sitio	Coordenadas
CL 3	Desfiladero Bayo	S 37° 21' 57" O 69° 00' 55"
CL 4	Punto Unido	S 37° 43' 32" O 67° 45' 47"

## 2.7.2 Metodología de muestreo

En los sitios seleccionados se extrajeron muestras de 20 L de agua de acuerdo a lo indicado en el Procedimiento Operativo Estándar PO A002, Sección 4.3.5, las cuales fueron envasadas en bidones de plástico de 5 L de capacidad, previamente lavados (PO A001, Sección 4.4.6) sin dejar cámara de aire y cerrados herméticamente. Las muestras fueron conservadas con hielo y despachadas en esas condiciones, dentro de las 24 h de su recolección y tomando los recaudos necesarios para su arribo al laboratorio dentro de las 48 h.

## 2.7.3 Ensayos con *Daphnia magna*

(Tomado de Alberdi, José Luis; Saenz, María Elena, Tortorelli; María del Carmen; Di Marzio, Walter D. - Programa de Investigación en Ecotoxicología – Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Programa Integral de Calidad de Agua del Sistema del Río Colorado – Períodos 2006 y 2007, Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, Agosto de 2006 y Agosto de 2007)

La evaluación de la ecotoxicidad crónica del agua se llevó a cabo utilizando como organismo de ensayo *Daphnia magna*, registrándose como variables la supervivencia y la reproducción (a través de la estimación del índice reproductivo denominado Tasa Neta de Reproducción) de la población de este microcrustáceo del zooplancton dulceacuícola, al cabo de 21 días de exposición a las muestras de agua extraídas en sitios seleccionados en el río Colorado en los meses de julio de 2006 y mayo de 2007.

Los ensayos de ecotoxicidad crónica preliminares y definitivos se realizaron de acuerdo a los lineamientos del protocolo recomendado por U.S. EPA, 1996, *Ecological Effects Test Guidelines, OPPTS 850.1300, Daphnid Chronic Toxicity Test, Public Draft*, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, 7101, EPA – 712-C-96-120: 1-10 y US EPA, 2002, *Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms – Fourth Edition – October, EPA-821-R02-013*.

## 2.7.4 Resultados

### 2.7.4.1 Supervivencia

Para los ciclos 2006 y 2007, los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas y grupos control respecto del efecto tóxico crónico sobre la mortalidad de los ejemplares expuestos durante 21 días se resumen en la Tabla 2.45. Se indican los valores medios y la desviación estándar de los porcentajes de supervivencia registrados, al cabo de 21 días de exposición, a una concentración del 100% de cada una de las muestras y controles, considerando cuatro réplicas (año 2006) y tres réplicas (año 2007) por tratamiento.

Los datos obtenidos fueron sometidos al *Test Exacto de Fisher* a efectos de comprobar la existencia de diferencias significativas entre la supervivencia registrada en la población control y los distintos grupos de tratamiento, con un nivel de significación de 0,05.

Tabla 2.45 - Porcentaje de supervivencia en una población de *Daphnia magna* expuesta durante 21 días, a una concentración del 100% de cada una de las muestras correspondientes a la Estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), extraídas en el mes de julio de 2006 y mayo de 2007. Los resultados representan el promedio de cuatro réplicas por tratamiento y control.

Supervivencia de la población de <i>Daphnia magna</i>						
Muestra	Julio 2006			Mayo 2007		
	Supervivencia (%)	$F^1$ ( $\alpha = 0,05$ )	$b^2$	Supervivencia (%)	$F^1$ ( $\alpha = 0,05$ )	$b^2$
Control <sup>3</sup>	96,67	-	-	93,33	-	-
Desfiladero Bayo (CL 3)	93,3	23	28	90,0	22	27
Punto Unido (CL 4)	93,3	23	28	86,67	22	26

<sup>1</sup> Valor Crítico de Fisher; a un nivel de significación del 0,05 - <sup>2</sup> Parámetro de Fisher; si **b** es mayor que **F** no existe diferencia significativa entre el Control y el Tratamiento considerado, a un nivel de significación del 0,05. <sup>3</sup> Población control, mantenida durante 21 días en las condiciones indicadas para el ensayo en agua de dilución, en ausencia de muestra. \*Significativamente diferente de los controles (Test exacto de Fisher,  $\alpha = 0,05$ ) si es que existe.

Los resultados obtenidos indican que las muestras de agua correspondientes a las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), extraídas en julio de 2006 y mayo de 2007, no ejercieron efectos tóxicos crónicos significativos respecto de los controles sobre la supervivencia de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas durante 21 días en las condiciones de los ensayos.

#### 2.7.4.2 Reproducción

Para los ciclos 2006 y 2007, los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas respecto del efecto tóxico crónico sobre la reproducción, expresada como Tasa Neta de Reproducción, de la población de *Daphnia magna* expuesta durante 21 días se resumen en la Tabla 2.46. Se indican los valores medios y la desviación estándar de la Tasa Neta de Reproducción calculada, al cabo de 21 días de exposición, a una concentración

del 100% de cada una de las muestras y control, considerando cuatro réplicas por tratamiento (año 2006) y tres réplicas por tratamiento (año 2007).

Tabla 2.46- Tasa neta de reproducción en una población de *Daphnia magna* expuesta durante 21 días a una concentración del 100 % de cada una de las muestras correspondientes a las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), extraídas en el mes de julio de 2006 y mayo de 2007. Los resultados representan el promedio de cuatro réplicas por tratamiento y control.

Tasa Neta de Reproducción (número promedio de progenie hembra/hembra)		
Muestra	Julio 2006	Mayo 2007
Control <sup>1</sup>	91,66 (± 6,83) <sup>2</sup>	91,80 (±2,09) <sup>2</sup>
Desfiladero Bayo (CL 3)	88,87 (± 3,96)	91,29 (±2,19)
Punto Unido (CL 4)	90,39 (± 4,18)	83,78 (±2,15)*

<sup>1</sup> Población control, mantenida durante 21 días en las condiciones del ensayo en agua de dilución, en ausencia de muestra. <sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de la Tasa Neta de Reproducción calculada a una concentración del 100% de la muestra, luego de 21 días de exposición. No significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ).

En la campaña de julio de 2006, los resultados alcanzados indican que las muestras analizadas, correspondientes a la columna de agua de las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), no resultan ejercer efecto tóxico crónico significativo, respecto de los controles (ANOVA de una vía y test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ), sobre la reproducción, expresada como Tasa Neta de Reproducción, de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas durante 21 días, en las condiciones de los ensayos.

En mayo de 2007, en cambio, los resultados alcanzados indican que la muestra proveniente de la estación CL 4 (Punto Unido) resulta ejercer efecto tóxico crónico significativo respecto del control (ANOVA de una vía y test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ) sobre la reproducción expresada como Tasa Neta de Reproducción de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas durante 21 días, en las condiciones de los ensayos.

En el ANEXO III del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004-2005 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

## 2.7.5 Discusión

Los ensayos ecotoxicológicos llevados a cabo con muestras de agua extraídas en julio de 2006, en Desfiladero Bayo y Punto Unido, han puesto de manifiesto la ausencia de efectos tóxicos crónicos sobre *Daphnia magna*.

Los datos obtenidos en los ensayos crónicos con muestras líquidas del río Colorado, extraídas mayo de 2007 en las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido) permiten establecer que las mismas no presentan efectos tóxicos crónicos sobre la supervivencia de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas. Con respecto a la reproducción de *Daphnia magna*, la muestra extraída en la estación CL 3 no mostró efectos tóxicos crónicos sobre las poblaciones expuestas, en tanto que la muestra extraída en la estación CL 4 resultó ejercer dichos efectos sobre la reproducción del mencionado organismo de prueba. Este último resultado podría tener relación con la existencia de un vertido sobre la margen norte, aguas arriba del sitio de muestreo.

## Referencias

- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2000, *Evaluación de la calidad del agua del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra para diferentes usos*, 4tas Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 3 al 6 de octubre de 2000, Salta.
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2003, *Calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado*, 5<sup>tas</sup> Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 4 al 7 de noviembre de 2003, Mendoza
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2005, *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Colorado (Argentina)*, XX Congreso Nacional del Agua, 9 al 14 de mayo de 2005, Mendoza.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2006, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2005, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses - Irrigation*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2005, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses - Livestock*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 1999, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema Río Colorado – Embalse Casa de Piedra*, Informe Técnico, Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2001, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2000, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp y Anexos.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2001,

- Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2002, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 97 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2004, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2003, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 127 pp.
- EURACHEM/CITAC, 2000, *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*, Guice CG 4, Second Edition, QUAM:2000.1.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO/IEC, 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- Perl, J.E., 2000, *Programa Integral de Calidad de Aguas de la Cuenca del río Colorado, Argentina*, IV Seminario Taller de Cuencas Hidrológicas Patagónicas – Río Gallegos.
- Perl, J.E., 2002, *Manejo Integral de la Cuenca del río Colorado - Calidad de Aguas* IV Seminario Internacional de Cuencas, Ushuaia, noviembre de 2002
- WHO (World Health Organization), 1993, *Guidelines for drinking-water quality*, Second edition, Volume 1, Recommendations, Geneva.
- WHO (World Health Organization), 1998, *Guidelines for drinking-water quality*, Second edition, Addendum to Volume 2, Health criteria and other supporting information, Geneva.

# CAPÍTULO 3

---

## SEDIMENTOS DE FONDO

### 3.1 Introducción

### 3.2 Estaciones de monitoreo

### 3.3 Metodología de muestreo

### 3.4 Metodologías analíticas

#### 3.4.1 Análisis de metales y metaloides

##### 3.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

##### 3.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

#### 3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

##### 3.4.2.1 Técnica y métodos analíticos

##### 3.4.2.2 Control de calidad analítica

### 3.5 Resultados

#### 3.5.1 Metales y metaloides

#### 3.5.2 HAPs

#### 3.5.3 Valores guía

### 3.6 Discusión

### 3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

#### 3.7.1 Ensayos con *Hyalella curvispina*

#### 3.7.2 Ensayos con *Vallisneria spiralis*

#### 3.7.3 Evaluación de biomarcadores sobre *Vallisneria spirallis*

#### 3.7.4 Discusión

## Referencias

Hoja en blanco

### 3.1 Introducción

La presencia de metales pesados y metaloides y HAPs en los sedimentos de fondo del sistema del río Colorado, fue ampliamente relevada en el año 1997 (COIRCO 1999). A partir de la información obtenida, se diseñó una red de monitoreo que fue operada en los años subsiguientes, con continuidad hasta el presente. Dicha red incluye un sitio representativo del área donde tienen lugar actividades potencialmente generadoras de las mencionadas sustancias y un área donde podría tener lugar la acumulación de las mismas.

El análisis de las sustancias tóxicas antes señaladas en los sedimentos de fondo tiene por finalidad determinar la potencial existencia de un factor de riesgo para el desarrollo de la vida acuática a través de su incorporación en las cadenas tróficas y también evaluar si estos sedimentos podrían actuar como fuentes de reciclado de dichas sustancias a la columna de agua, alterando su calidad.

Al igual que en el análisis de la columna de agua, los niveles de concentración buscados son extremadamente bajos ya que están referidos a posibles efectos tóxicos crónicos de las sustancias evaluadas. Esto determina la necesidad de aplicar metodologías analíticas de alta complejidad bajo un riguroso programa de aseguramiento de la calidad de las operaciones de campo y laboratorio.

Complementariamente, los resultados obtenidos a través de los análisis químicos son confirmados y ampliados mediante la realización de ensayos ecotoxicológicos crónicos. Estos ensayos aportan información sobre la actividad ecotoxicológica global de los sedimentos de fondo.

### 3.2 Estaciones de monitoreo

En el presente período de estudio se realizó una campaña de muestreo de sedimentos de fondo, en julio de 2006 y mayo de 2007.

Las muestras de sedimentos de fondo para análisis de metales y metaloides y HAPs y ensayos ecotoxicológicos fueron extraídas en las estaciones de monitoreo que se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 - Ubicación de las estaciones de monitoreo de sedimentos de fondo para análisis de metales y metaloides y HAPs y ensayos ecotoxicológicos.

Estación	Coordenadas
Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández	S 37° 18' 04" O 69° 02' 56"
Cola embalse Casa de Piedra (sitio 1)	S 38° 11' 22" O 67° 39' 53"
Cola embalse Casa de Piedra (sitio 2)	S 38° 11' 27" O 67° 39' 58"
Toma embalse Casa de Piedra (sitio 1)	S 38° 13' 01" O 67° 12' 16"
Toma embalse Casa de Piedra (sitio 2)	S 38° 12' 52" O 67° 12' 07"
Toma embalse Casa de Piedra (sitio 3)	S 38° 12' 44" O 67° 11' 59"

**Estación río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández**  
(S 37° 18' 04" – O 69° 02' 56")



Estación de muestreo de sedimentos de fondo representativa de un área de importante actividad petrolera, ubicada aguas abajo del cañadón que recibía el vertido de la planta deshidratadora de crudo de Puesto Hernández

**Estación cola del embalse Casa de Piedra**

(Sitio 1: S 38° 11' 22" – O 67° 38' 53" – Sitio 2: S 38° 11' 27" – O 67° 39' 58")



Estación representativa de un área de acumulación de arcillas y limos provenientes del río Colorado después de atravesar zonas donde existen actividades potencialmente generadoras de metales y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares.

### Estación Toma del embalse Casa de Piedra

Sitio 1 (S 38° 13' 01" O 67° 12' 16") - Sitio 2 (S 38° 12' 52" O 67° 12' 07")

Sitio 3 (S 38° 12' 44" O 67° 11' 59")



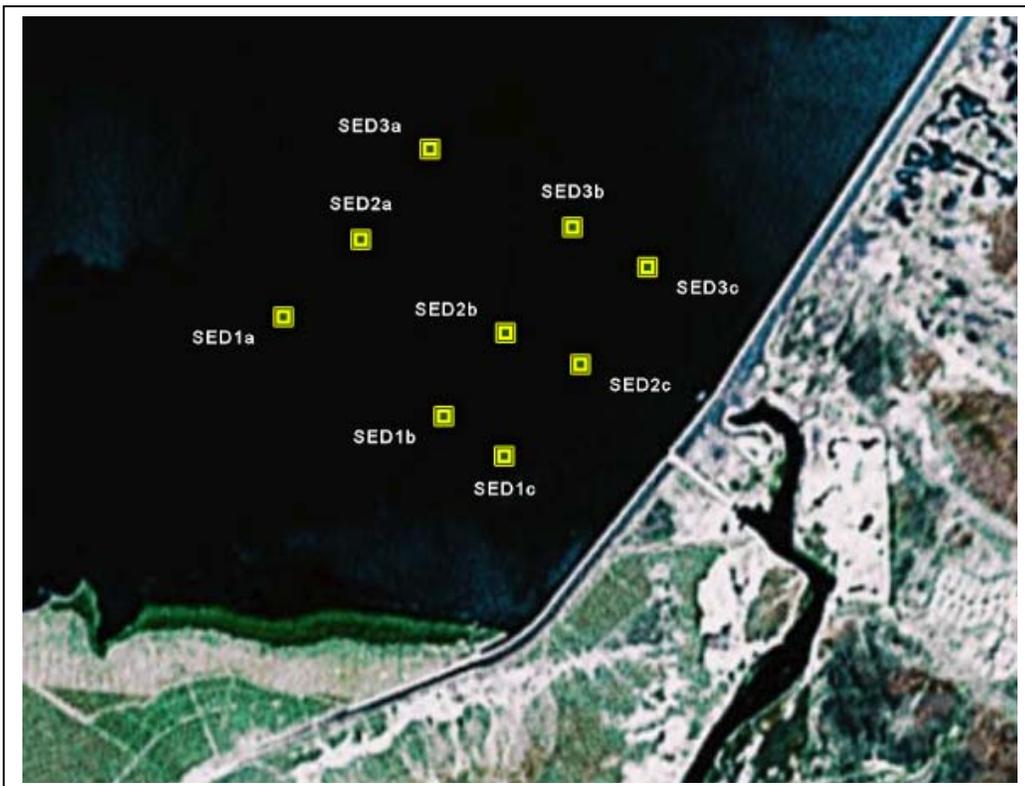
Estación representativa de la zona lacustre del embalse, área de sedimentación de material particulado fino con potencialidad de adsorción de contaminantes (metales/metaloideos y HAPs)

Tabla 3.2 – Grilla para el muestreo de sedimentos de fondo para Análisis de metales y metaloides, HAPs y ensayos ecotoxicológicos en el área de la toma del embalse Casa de Piedra

	Coordenadas Geográficas
Sed 1a	S 38° 12.545' O 67° 13.229'
Sed 1b	S 38° 12.864' O 67° 12.572'
Sed 1c	S 38° 12.992' O 67° 12.324'
Sed 2a	S 38° 12.296' O 67° 12.912'
Sed 2b	S 38° 12.596' O 67° 12.320'
Sed 2c	S 38° 12.697' O 67° 12.013'
Sed 3a	S 38° 12.005' O 67° 12.628'
Sed 3b	S 38° 12.256' O 67° 12.046'
Sed 3c	S 38° 12.384' O 67° 11.738'



Mapa del embalse Casa de Piedra indicando la zona de muestreo de sedimentos de fondo (Mayo de 2007).



Grilla para el muestreo de sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (Mayo de 2007)

### 3.3 Metodología de muestreo

La preparación de los elementos para el muestreo y la obtención de las muestras de sedimentos de fondo se llevó a cabo conforme a lo establecido en los respectivos Procedimientos Operativos Estándar (PO S001 y PO S002) del Programa de Aseguramiento de la Calidad para Operaciones de Campo del COIRCO.

En el embalse Casa de Piedra las muestras de sedimentos de fondo fueron extraídas desde una embarcación utilizándose una draga tipo *Eckman*. Del sedimento obtenido con la draga se tomaron submuestras, mediante implementos de vidrio previamente lavados con ácido nítrico al 5%, de aquellas porciones de sedimento que no habían entrado en contacto con la draga. Las submuestras se homogeneizaron en recipientes de vidrio previamente acondicionados y posteriormente se extrajeron las porciones para enviar a los laboratorios. Se estima que los sedimentos obtenidos son representativos del estrato 0-10 cm.

Para la extracción de los sedimentos en la estación ubicada en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández se utilizó un tubo de acrílico (*corer*) de 5 cm de diámetro interno y 65 cm de largo. En una grilla, se tomaron 20 muestras, extrayéndose de cada una de ellas sendas submuestras de los primeros 5 cm de sedimento. Las 20 submuestras se homogeneizaron en recipientes de vidrio previamente acondicionados y posteriormente se extrajeron las porciones (1 kg) para enviar a cada uno de los laboratorios.

Todos los elementos de envasado fueron previamente lavados con ácido nítrico al 5% y enjuagados con agua ultrapura (Tipo I ASTM) y acetona grado cromatográfico según el tipo de análisis a realizar.

Para el análisis de metales y metaloides, las porciones de sedimentos fueron envasadas en bolsas de polietileno previamente lavadas con ácido nítrico al 5% y enjuagadas con agua ultrapura (Tipo I ASTM). Para el análisis de HAPs las porciones fueron envasadas en bandejas de aluminio previamente enjuagadas con acetona grado cromatográfico.

Las muestras de sedimentos de fondo para ensayos ecotoxicológicos fueron extraídas solamente en el embalse Casa de Piedra. Las correspondientes submuestras fueron envasadas en porciones de 1 kg en bolsas de polietileno sometidas previamente al procedimiento de lavado antes descrito.

Las muestras fueron mantenidas en campo en conservadoras con hielo. Las correspondientes a metales y metaloides y HAPs fueron congeladas en *freezer* (-18°C) y enviadas en ese estado a los laboratorios. Las muestras para ensayos ecotoxicológicos fueron mantenidas bajo refrigeración y remitidas al laboratorio en ese estado.

### 3.4 Metodologías analíticas

#### 3.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en los sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

##### 3.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 - Técnicas y métodos analíticos empleados en el análisis de metales y metaloides en sedimentos de fondo y sus respectivos límites de cuantificación.

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/g)
Arsénico	A.A. por generación de hidruros	EPA 3051 - 7061a	5
Bario	ICP	EPA 3051 - 6010 B	0,6
Boro	ICP	EPA 3051 - 6010 B	6
Cadmio	ICP	EPA 3051 - 213.2	0,5
Cinc	ICP	EPA 3051 - 6010 B	3
Cobre	ICP	EPA 3051 - 6010 B	3
Cromo	ICP	EPA 3051 - 6010 B	3
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 3051- EPA 7471a	0,05
Molibdeno	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Níquel	ICP	EPA 3051 - 6010 B	5
Plata	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Plomo	ICP	EPA 3051 - 6010 B	3
Selenio	AA por generación de hidruros	EPA 3051 - 7741a	0,6
Vanadio	ICP	EPA 3051 - 6010 B	3

AA: espectrometría de absorción atómica - ICP: espectrometría de emisión por plasma inductivo

##### 3.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

La verificación de la calidad analítica se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de sedimentos de fondo extraídas en julio de 2006 y mayo de 2007. un material de referencia certificado (WQB-1 - *Reference Sediment - National Water Research Institute (NWRI) - Canada*). En la Tabla 3.4 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 3.4 - Análisis de metales recuperables totales en el material de referencia WQB-1 (*Reference Sediment*) – *National Water Research Institute (NWRI) – Canada* (Campañas Julio de 2006 y Mayo de 2007).

Elemento	Concentración certificada (µg/g)	Concentración hallada (µg/g)			
		2006	Error <sup>(1)</sup> %	2007	Error <sup>(1)</sup> %
Arsénico	23,1	22,4	-3,03	22,6	2,16
Bario	413	408	-1,21	409	0,97
Boro	77,3	75	-2,98	75	2,98
Cadmio	1,79	1,7	-5,03	1,7	5,03
Cinc	279	270	-3,23	272	2,51
Cobre	78,4	75	-4,34	76	3,06
Cromo	77,2	75	-2,85	74	4,15
Mercurio	1,09	1	-8,26	1,0	8,26
Molibdeno	1,20	1,1	-8,33	1,1	8,33
Níquel	63,1	62	-1,74	62	1,74
Plata	0,85	<1	-	<1	-
Plomo	85,0	84	-1,18	83	2,35
Selenio	1,53	1,4	-8,50	1,5	1,96
Vanadio	107	104	-2,80	105	1,87

(1) Gaskin, J.E. 1993

### 3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

#### 3.4.2.1 *Técnica y métodos analíticos*

Los análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005)

Las determinaciones fueron realizadas mediante cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas.

Se extrajeron con diclorometano, por sonicación durante tres horas, cantidades pesadas de muestras (aproximadamente 40 g), previamente mezcladas con sulfato de sodio anhidro. Las fracciones de diclorometano para cada muestra se filtraron y se llevaron a sequedad a presión reducida, retomando luego en el menor volumen posible de diclorometano. Se inyectó en el cromatógrafo 1 µL del extracto para cada ensayo (se llevaron a cabo dos ensayos distintos para cada muestra, uno cualitativo de identificación y otro cuantitativo). Mediante una segunda extracción se determinó que la concentración remanente de HAPs en la muestra era muy baja. Sobre fracciones de muestras independientes se determinó el contenido de humedad por secado en estufa.

En la Tabla 3.5 figuran los HAPs analizados y los límites de cuantificación alcanzados por el laboratorio.

Tabla 3.5 - HAPs analizados y sus respectivos límites de cuantificación.

HAPs	Límite de cuantificación (µg/g)
Naftaleno	0,010
Acenafteno	0,010
Acenaftileno	0,010
Fluoreno	0,010
Fenantreno	0,010
Antraceno	0,010
Metilnaftaleno	0,020
Dimetilnaftaleno	0,030
Metilfenantreno	0,010
Dimetilfenantreno	0,030
Fluoranteno	0,010
Pireno	0,010
Benzo[b]fluoranteno	0,010
Benzo[k]fluoranteno	0,010
Criseno	0,010
Benzoantraceno	0,010
Benzo[a]pireno	0,010
Dibenzo[a,h]antraceno	0,010
Benzo[g,h,i]perileno	0,010
Indeno[c,d]pireno	0,010

#### 3.4.2.2 Control de calidad analítica

Con el fin de evaluar la calidad analítica se llevó a cabo el análisis de muestras de sedimentos fortificadas con un estándar de HAPs, el cual contenía una concentración de 20 µg/mL de los siguientes hidrocarburos: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[k]fluoranteno, Benzo[a]pireno, Dibenzo[a,h]antraceno, Benzo[ghi]perileno, Indeno[1,2,3-cd]pireno. En la Tabla 3.7 se muestran los porcentajes de recuperación obtenidos en la campaña.

Tabla 3.6 - Porcentajes de recuperación de HAPs en una muestra de sedimentos de fondo (extraída en la cola del embalse Casa de Piedra) fortificada con un estándar para dar una concentración de 1,728 µg/g (peso seco) de cada hidrocarburo (julio de 2006).

HAPs	Concentración hallada (µg/g)		% Recuperación <sup>(1)</sup>
	Muestra fortificada	Muestra sin fortificar	
Naftaleno	0,127	<LC	7,35
Acenafteno	1,050	<LC	60,76
Acenaftileno	0,873	<LC	50,52
Fluoreno	1,452	<LC	84,02
Fenantreno	1,634	<LC	94,56
Antraceno	1,634	<LC	94,56
Fluoranteno	1,551	<LC	89,75
Pireno	1,504	<LC	87,03
Benzo[b+k]fluoranteno	3,190	<LC	92,30
Criseno + Benzo[a]antraceno	3,002	<LC	86,86
Benzo[a]pireno	1,630	<LC	94,32
Dibenzo[a,h]antraceno	1,715	<LC	99,24
Benzo[ghi]perileno	1,687	<LC	97,62
Indeno[1,2,3-cd]pireno	1,741	<LC	100,75

Para el cálculo de los porcentajes de recuperación los valores inferiores al límite de cuantificación (LC) fueron considerados igual a cero.

LC: 0,010 µg/g; metilnaftalenos: 0,020 µg/g; dimetilnaftalenos y dimetilfenantrenos: 0,030 µg/g

<sup>(1)</sup> Gaskin, J.E., 1993

### 3.5 Resultados

#### 3.5.1 Metales y metaloides

En las Tablas 3.7 a 3.9 se muestran los resultados del análisis de metales y metaloides en la fracción recuperable total en muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra. Con fines comparativos, en el Anexo IV se ha incluido el registro de resultados obtenidos en períodos de estudio anteriores (COIRCO 2000, 2001, 2002, 2004 y 2006).

Tabla 3.7 – Metales y metaloides (µg/g, peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández, en mayo de 2007, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007

Metal/metaloide (µg/g)	Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández			
	2004	2005	2006	2007
Arsénico	5,2	7,0	5,3	6,3
Bario	405	333	266	463
Boro	10	30	50	77

Cont. Tabla 3.7 – Metales y metaloides

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández			
	2004	2005	2006	2007
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	78	49	61	84
Cobre	29	13	21	39
Cromo	26	23	18	19
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1
Níquel	19	16	15	29
Plata	<1	80	5	<1
Plomo	8,6	8,0	8,4	8,0
Selenio	0,6	0,6	0,4	<0,2
Vanadio	110	98	87	151

Tabla 3.8 – Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo en la cola del embalse Casa de Piedra en mayo de 2007, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Cola embalse Casa de Piedra			
	2004	2005	2006	2007
Arsénico	5,7	6,0	5,0	9,5
Bario	146	279	157	334
Boro	8,5	58	54	72
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	56	105	54	91
Cobre	22	44	25	44
Cromo	23	38	15	21
Mercurio	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1
Níquel	16	20	10	29
Plata	<1	24	6	<1
Plomo	3,2	20	10	13
Selenio	0,7	0,7	0,6	0,2
Vanadio	56	191	67	160

Tabla 3.9 – Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo en la toma del embalse Casa de Piedra en mayo de 2007, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005 , julio de 2006 y mayo de 2007.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Toma embalse Casa de Piedra											
	2004	2005	2006	2007			2007			2007		
				1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Arsénico	4,3	2,0	17	2,0	3,7	6,4	4,3	3,8	3,9	4,6	4,4	4,9
Bario	104	409	565	68	102	153	171	87	115	204	139	269
Boro	18	75	145	24	42	46	49	34	34	66	36	45
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	44	112	181	40	35	36	57	36	32	65	34	46
Cobre	18	42	85	15	21	17	26	19	18	31	21	15
Cromo	13	15	50	5,5	7,8	9,8	14	7,3	7,8	18	8,5	13
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	13	5,5	40	8,1	13	14	18	12	12	22	13	17
Plata	<1	102	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	1,2	23	26	1,3	5,6	3,2	4,7	2,9	2,2	1,8	1,8	2,6
Selenio	0,8	0,6	2,0	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vanadio	95	252	225	44	63	110	152	59	66	186	75	123

Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de metales y metaloides en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra

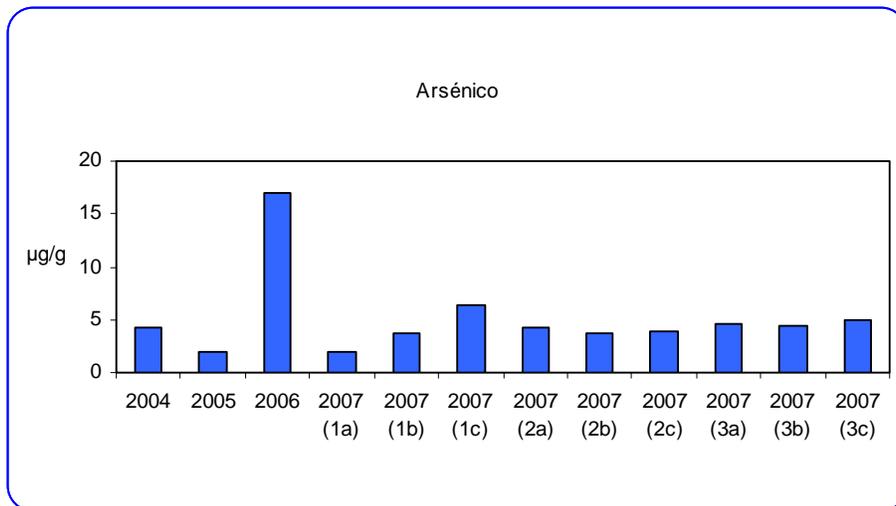


Fig. 3.1 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de arsénico en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

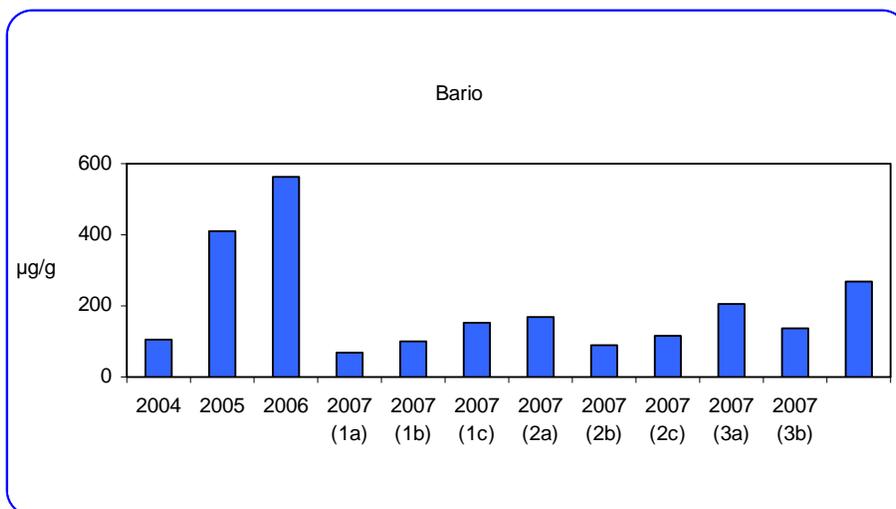


Fig. 3.2 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de bario en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

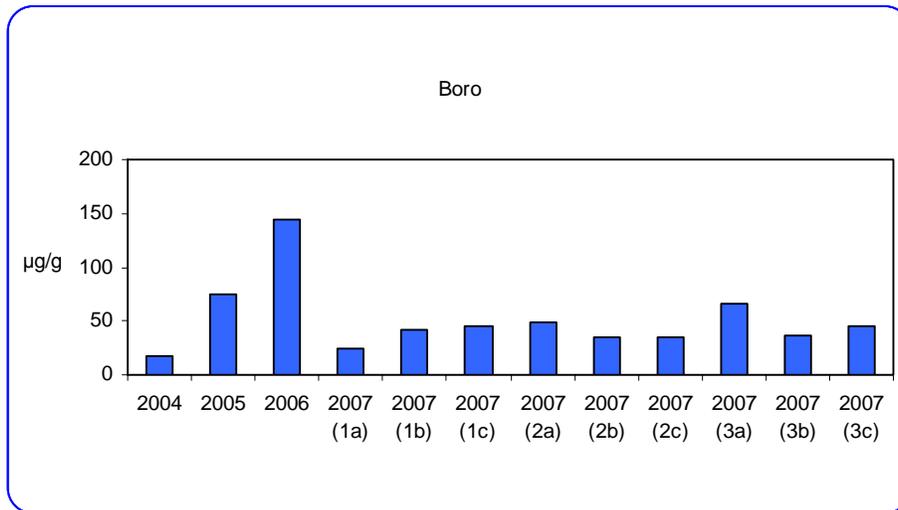


Fig. 3.3 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de boro en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

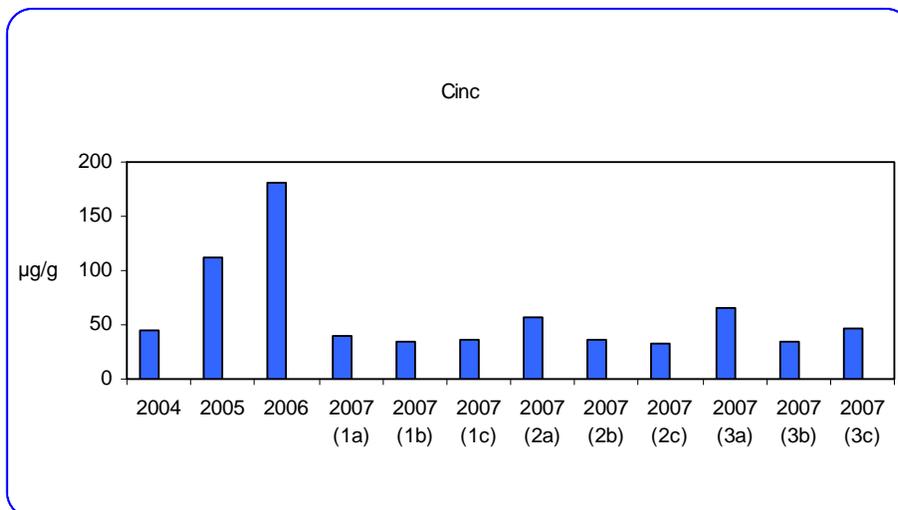


Fig. 3.4 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de cinc en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

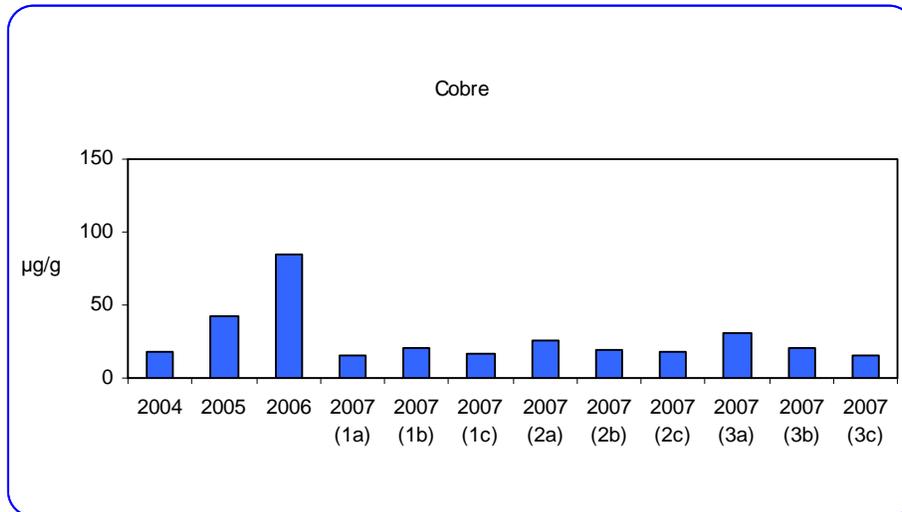


Fig. 3.5 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de cobre en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

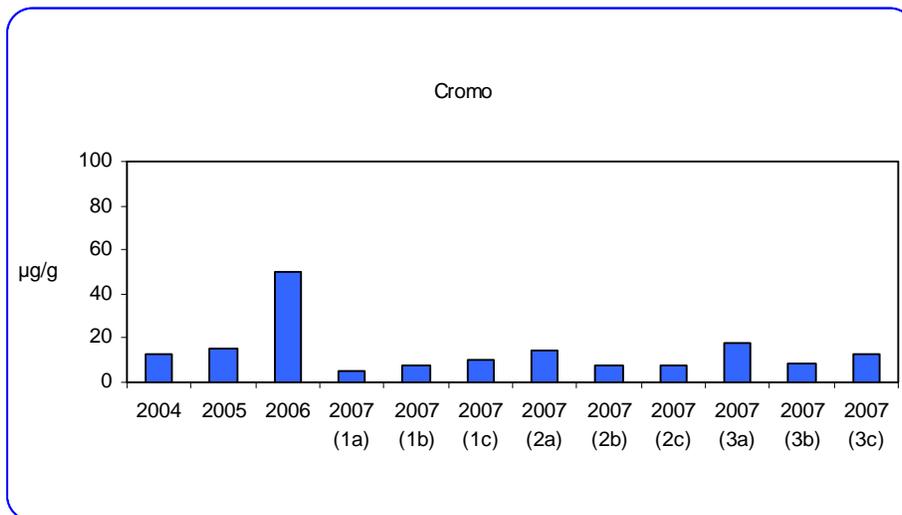


Fig. 3.6 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de cromo en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

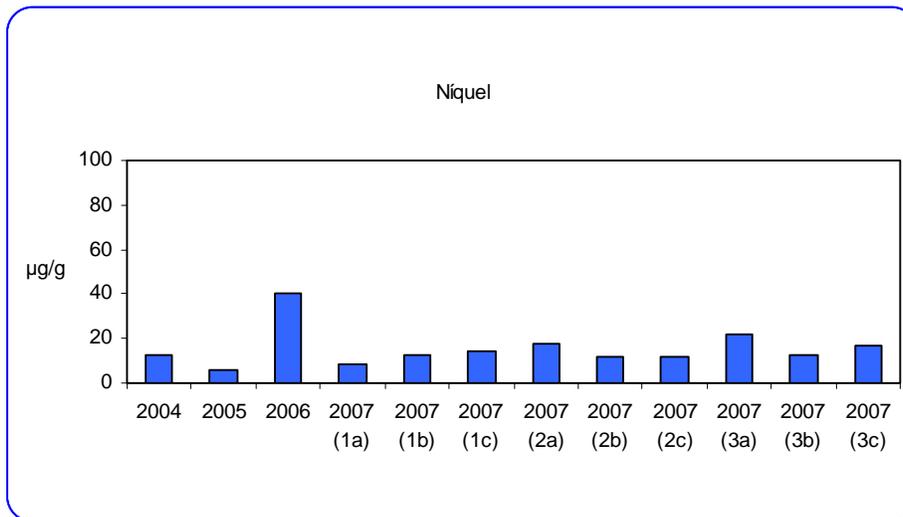


Fig. 3.7 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de níquel en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

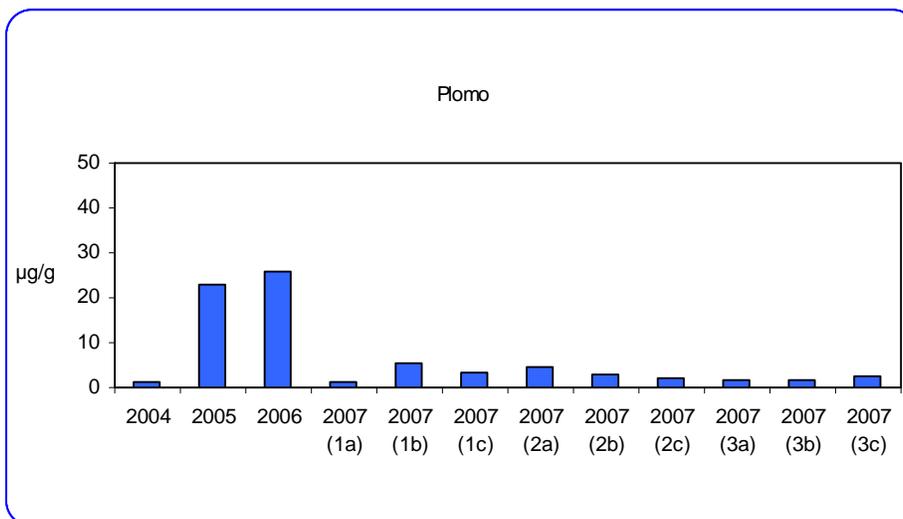


Fig. 3.8 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de plomo en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

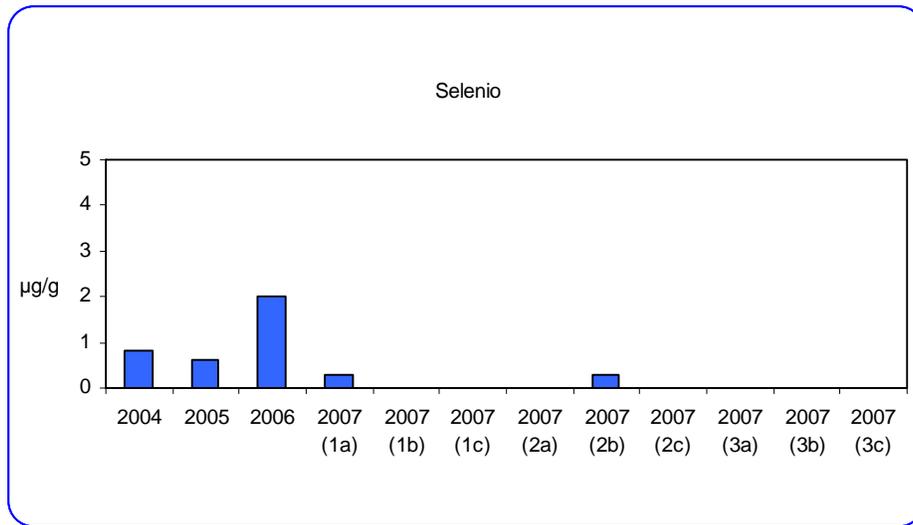


Fig. 3.9 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de selenio en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

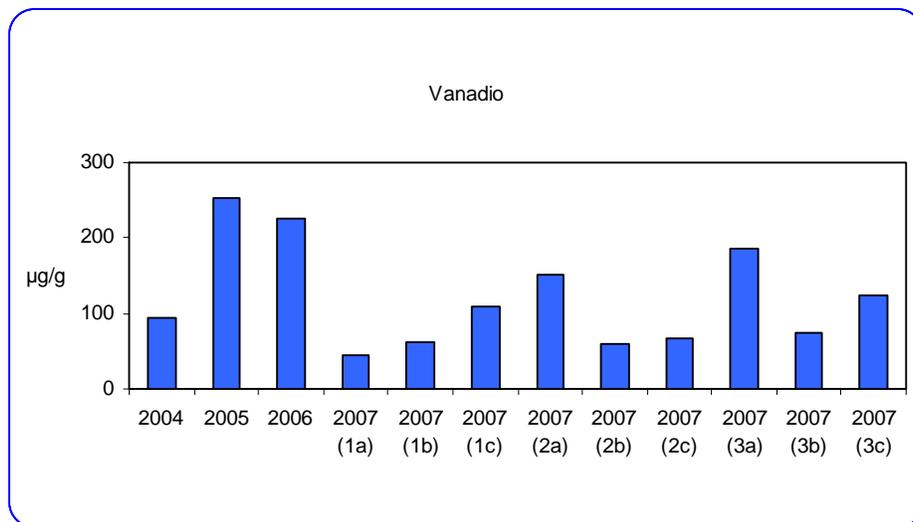


Fig. 3.10 – Variación temporal (años 2004, 2005, 2006 y 2007) y espacial (año 2007) de la concentración de vanadio en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la toma del embalse Casa de Piedra.

En el año 2006, las concentraciones de metales y metaloides en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos agua abajo de Puesto Hernández (Tabla 3.7) fueron en general similares a las observadas en los muestreos efectuados en los años 2004 y 2005. En el año 2007 (Tabla 3.7), se observó un panorama similar al del año 2006, si bien se insinuó una tendencia sostenida al aumento en la concentración de boro a partir del año 2004 y un incremento en la concentración de vanadio con respecto al año 2006.

En el embalse Casa de Piedra (cola), en general, los niveles de metales y metaloides detectados en los sedimentos de fondo en el ciclo 2006 (Tabla 3.8), con pocas excepciones, continuaron mostrando una tendencia en descenso respecto al 2005, volviendo al rango de valores del 2004. En el año 2007 (Tabla 3.8). Se observó un panorama similar al del año 2006, pero con valores más elevados en las concentraciones de bario, vanadio y boro.

En año 2006, en la toma del embalse (Tabla 3.9), las concentraciones de los elementos investigados mostraron una tendencia al aumento en los resultados de los parámetros en el 60 % de los casos y en el 40 % restante se mantuvieron o disminuyeron los valores.

En el año 2007, en el muestreo intensivo de sedimentos de fondo llevado a cabo en el área de la toma (Tabla 3.9, Figs. 3.1 a 3.10) se observaron para todos los metales y metaloides investigados valores sensiblemente inferiores a los observados en el año 2006.

### 3.5.2 HAPs

En las Tablas 3.10 a 3.12 se muestran los resultados de los análisis de HAPs realizados sobre las muestras de sedimentos extraídas en el sistema del río Colorado en los ciclos 2006 y 2007.

Tabla 3.10 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández en julio de 2006, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004 , marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)			
	2004	2005	2006	2007
Naftaleno	<LC	0,011	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla 3.11 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra en julio de 2006, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (cola)			
	2004	2005	2006	2007
Naftaleno	<LC	0,040	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	0,017	0,047	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	0,025	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	0,055	0,059	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	0,054	0,030	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + Benzo[a]antraceno	<LC	0,012	0,018	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla 3.12 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra en julio de 2006, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (toma)			Embalse Casa de Piedra (toma)		
	2004	2005	2006	2007		
				1a	1b	1c
Naftaleno	<LC	0,029	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	0,036	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	<LC	0,159	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	0,154	0,035	0,0588	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	0,230	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla 3.12 (continuación)

HAPs (µg/g)	Embalse Casa de Piedra (toma)			Embalse Casa de Piedra (toma )		
	2007			2007		
	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	0,010.0	0,0176	0,0106	<LC	0,0101	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	0,056	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	0,070	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	0,0325	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	0,0315	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

En el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández, en los muestreos realizados en los ciclos 2006 y 2007 no hubo detección de HAPs (Tabla 3.10), situación similar a la observada en años anteriores.

En la cola del embalse Casa de Piedra, en el ciclo 2006 (Tabla 3.11), la situación general fue de no detección de HAPs, a excepción de sendas detecciones de dimetilfenantreno (0,030 µg/g) y criseno + benzo[a]antraceno (0,018 µg/g). En el ciclo 2007 no hubo detección de este tipo de sustancias (tabla 3.12).

En el muestreo realizado en el año 2006 se observó una situación similar en la toma del embalse, no hubo detección de HAPs salvo una de dimetilnaftaleno (0,030 µg/g) (Tabla 3.12)

En el año 2007 (Tabla 3.12), en la toma del embalse, en el muestreo efectuado en 9 puntos de grilla, en general no hubo detección de HAPs, siendo las excepciones una detección de dimetilnaftaleno (punto 1a); tres de naftaleno (puntos 2a, 2b, 2c y 3b); una de dimetilnaftaleno (punto 2b); una de dimetilfenantreno (punto 2c); una de fluoranteno (punto 2c) y una de acenaftileno (3a).

Con fines comparativos, en el Anexo V se ha incluido el registro de resultados obtenidos en períodos de estudio anteriores (COIRCO 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006).

### 3.5.3 Valores guía

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides y HAPs fueron evaluados tomando como referencia los valores guía para la protección de la vida acuática publicados en *Canadian Environmental Guidelines* (CCME 2003) los cuales figuran en las Tablas 3.13. y 3.14.

Tabla 3.13 - Valores guía y niveles de efecto probable de metales y metaloides en sedimentos de fondo de agua dulce para la protección de la vida acuática <sup>(1)</sup>

Metal/metaloides	Valor guía (µg/g)	Nivel de Efecto Probable (µg/g)
Arsénico	5,9	17,0
Cadmio	0,6	3,5
Cinc	123,0	315,0
Cobre	35,7	197,0
Cromo	37,3	90,0
Mercurio	0,170	0,486
Plomo	35,0	91,3

<sup>(1)</sup> *Canadian Environmental Quality Guidelines, CCME, 2003*

Tabla 3.14 - Valores guía para la calidad de los sedimentos de aguas dulces para la protección de la vida acuática (CCME 2003)

HAPs	Valor guía (µg/g)	Nivel de Efecto Probable (µg/g)
Acenafteno	0,00671	0,0889
Acenaftileno	0,00587	0,128
Antraceno	0,0469	0,245
Benzo[a]antraceno	0,0317	0,385
Benzo[a]pireno	0,0319	0,782
Criseno	0,0571	0,862
Dibenzo[a,h]antraceno	0,00622	0,135
Fenantreno	0,0419	0,515
Fluoranteno	0,111	2,355
Fluoreno	0,0212	0,144
2-Metilnaftaleno	0,0202	0,201
Naftaleno	0,0346	0,391
Pireno	0,0530	0,875

### 3.6 Discusión

En el ciclo 2006, las concentraciones de metales y metaloides en la fracción recuperable total halladas en las muestras de sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández y en la cola del embalse Casa de Piedra fueron para todos los elementos investigados, inferiores a los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática.

En el ciclo 2007, en el río Colorado, aguas abajo de puesto Hernández y en la cola del embalse Casa de Piedra se observaron valores de arsénico y de cobre que ligeramente superaban los valores guía para la protección de la vida acuática, eran muy inferiores a los respectivos niveles de efecto probable.

En la toma del embalse, en el año 2006, se mantuvo la tendencia al aumento en las concentraciones de algunos elementos observados el año anterior, presentándose valores más elevados. Las concentraciones de arsénico, cinc, cobre, cromo superaron los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática, aunque no así los correspondientes niveles de efecto probable, en tanto que en los restantes parámetros (cadmio, mercurio, molibdeno, plata, plomo y vanadio) los valores fueron iguales o inferiores al ciclo 2005.

En el año 2007, los resultados obtenidos, en el muestreo sobre la grilla en el área de la toma del embalse, mostraron valores muy inferiores a los registrados en el año 2006 para todos los elementos investigados. Solamente en un caso (arsénico en un sitio próximo a la presa) fue ligeramente superado el valor guía para la protección de la vida acuática, resultando la concentración hallada muy inferior a nivel de efecto probable.

Los ensayos ecotoxicológicos llevados a cabo con sedimentos de fondo extraídos en el sector de la toma del embalse (Sección 3.7), aportan ulterior información acerca de la significación de las concentraciones de metales y metaloides que superan los respectivos valores guía para protección de la vida acuática.

En el ciclo 2006, el análisis de HAPs en sedimentos de fondo, puso de manifiesto la ausencia de detección de estas sustancias en el río Colorado (aguas abajo de puesto Hernández) y muy aisladas detecciones en el embalse Casa de Piedra (cola y toma), de dos miembros del grupo, en concentraciones que no revestían significación para la protección de la vida acuática.

En el año 2007, no se registraron detecciones de HAPs en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) ni en la cola del embalse Casa de Piedra. En la toma del embalse, hubo aisladas detecciones de HAPs, que en dos casos superaron los valores guía para la protección de la vida acuática pero resultaron muy inferiores a los respectivos niveles de efecto probable.

### 3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

(Tomado de Tortorelli; María del Carmen; Alberdi, José Luis; Saenz, María Elena; Di Marzio, Walter D. -Programa de Investigación en Ecotoxicología (PRIET) – Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Programa Integral de Calidad de Agua del Sistema del Río Colorado – Períodos 2006 y 2007- Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, Julio de 2006 y Mayo de 2007)

Los ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el Laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología (PRIET) – Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján, Luján, provincia de Buenos Aires.

Para los ensayos fueron empleados dos organismos: *Hyalella curvispina*, crustáceo anfípodo bentónico y *Vallisneria spiralis*, macrófita acuática enraizada. En este último organismo fueron evaluados además los biomarcadores guaiacol peroxidasa y catalasa.

#### 3.7.1 Ensayos con *Hyalella curvispina*

Los ensayos con *Hyalella curvispina* se efectuaron con muestras de sedimentos de fondo extraídas aguas abajo de Puesto Hernández y en el embalse Casa de Piedra (cola y toma). La duración del diseño de ensayo seleccionado fue de 10 días. El protocolo utilizado corresponde al recomendado por la U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA 1996, 2000) y Di Marzio (Di Marzio *et al.* 1999).

Se evaluaron las muestras de sedimentos de fondo entero extraídas en las estaciones antes mencionadas, exponiendo a las mismas una población de *Hyalella curvispina* y registrándose como variables del ensayo la mortalidad y el crecimiento.

Al cabo de los 10 días de exposición, los distintos medios de ensayo control y tratados fueron filtrados a través de una malla de 500 µm a fin de separar y contar los ejemplares sobrevivientes en cada uno de ellos. Del mismo modo, se separaron los sobrevivientes y se midió la longitud total de estos ejemplares en los grupos control y tratados, a efectos de analizar las diferencias en el crecimiento como consecuencia de la exposición a los sedimentos evaluados.

En la Tabla 3.15 figuran los resultados obtenidos para las variables de ensayo seleccionadas (porcentaje de mortalidad y longitud total media) como resultado de la exposición durante 10 días de una población de *Hyalella curvispina* a muestras de sedimento entero (100%) extraídas

aguas abajo de puesto Hernández y en el embalse Casa de Piedra en las estaciones Toma y Cola en el mes de julio de 2006.

Tabla 3.15 - Porcentajes de mortalidad y valores de la longitud total media observados como resultado de la exposición durante 10 días de una población de *Hyalella curvispina* a muestras de sedimento entero (100%) obtenidas aguas abajo de Puesto Hernández y en las estaciones Toma y Cola del embalse Casa de Piedra en el mes de Julio de 2006. Los resultados para cada muestra representan el promedio de tres réplicas por tratamiento.

Muestra	Mortalidad (%)	Longitud Total ( $\mu\text{m}$ )
Control <sup>1</sup>	6,25 ( $\pm 2,5$ ) <sup>2</sup>	1065 ( $\pm 37,42$ )
Puesto Hernández	10 ( $\pm 4,08$ )	1050 ( $\pm 37,42$ )
Cola del embalse Casa de Piedra	13,75 ( $\pm 4,79$ )	1055 ( $\pm 38,73$ )
Toma del embalse Casa de Piedra	20 ( $\pm 4,08$ )*	1017,5 ( $\pm 22,17$ )

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de mortalidad o longitud total alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* No significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Tabla 3.16 - Porcentajes de mortalidad y valores de la longitud total media observados como resultado de la exposición durante 10 días de una población de *Hyalella curvispina* a muestras de sedimento entero (100%) obtenidas aguas abajo de Puesto Hernández y en las estaciones Toma y Cola del embalse Casa de Piedra en el mes de mayo de 2007. Los resultados para cada muestra representan el promedio de tres réplicas por tratamiento.

Muestra	Mortalidad (%)	Longitud Total ( $\mu\text{m}$ )
Control <sup>1</sup>	6,25 ( $\pm 2,5$ ) <sup>2</sup>	1087,5 ( $\pm 62,92$ )
Puesto Hernández	8,75 ( $\pm 2,5$ )	1065 ( $\pm 19,5$ )
Cola embalse	7,5 ( $\pm 2,89$ )	1027,5 ( $\pm 27,54$ )
Toma embalse (1a)	46,25 ( $\pm 4,79$ )*	1055 ( $\pm 47,96$ )
Toma embalse (2c)	7,5 ( $\pm 2,89$ )	1012,5 ( $\pm 62,92$ )
Toma embalse (3a)	11,25 ( $\pm 4,79$ )	1040 ( $\pm 45,46$ )

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones indicadas para el ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de mortalidad o longitud total alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* **Significativamente** diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los valores presentados en la Tabla 3.15 han evidenciado la ausencia de diferencias significativas entre los valores de crecimiento, medidos como longitud total, registrados como resultado de la exposición de una población de *Hyalella curvispina*, durante 10 días a las muestras de sedimento entero correspondientes a las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse Casa de Piedra y Cola del embalse Casa de Piedra, extraídas en el mes de julio de 2006, en relación con los controles (ANOVA de un factor - *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Sin embargo, para la variable sobrevivencia, los resultados obtenidos con los sedimentos de fondo extraídos en la estación Toma del embalse resultó significativamente diferentes de la respuesta observada en los organismos controles (ANOVA de un factor - *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Por lo tanto, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos de los sedimentos analizados correspondientes a los sitios antes señalados, respecto del crecimiento, medido como longitud total, de las poblaciones de *Hyalella curvispina* expuesta durante 10 días en las condiciones de los ensayos.

En tanto que, los resultados obtenidos con los sedimentos de la estación Toma del embalse fueron significativamente diferentes de los controles.

Los valores presentados en la Tabla 3.16 han evidenciado la ausencia de diferencias significativas entre los valores de crecimiento, medidos como longitud total, registrados como resultado de la exposición de una población de *Hyalella curvispina*, durante 10 días, a las muestras de sedimento entero correspondientes a todas las estaciones de muestreo, ubicadas en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra en relación con los controles (ANOVA de un factor - *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Sin embargo, para la variable mortalidad, la estación Toma embalse 1a resultó significativamente diferente de la respuesta observada en los organismos controles (ANOVA de un factor - *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

### 3.7.2 Ensayos con *Vallisneria spiralis*

Los ensayos de ecotoxicidad con sedimentos de fondo, fueron realizados utilizando como organismo de prueba a una población de *Vallisneria spiralis*, de acuerdo a las recomendaciones indicadas en *Biernacki et al.*, 1997, *Laboratory assay of sediment phytotoxicity using the macrophyte Vallisneria americana*, *Environ. Toxicol. And Chem.* 16 (3): 472-478.

La variable observada en los ensayos fue la generación de biomasa, mediante el conteo de hojas y raíces nuevas y la determinación del contenido de clorofila *a*.

Se incubaron ejemplares jóvenes obtenidos a partir de cultivos pertenecientes al Laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología, en las muestras de sedimentos de fondo extraídas en el embalse Casa de Piedra en el mes de julio de 2006 y mayo de 2007.

Se llevaron a cabo estimaciones de la biomasa inicial de los ejemplares utilizados, mediante el conteo del número de hojas de cada planta.

Las concentraciones utilizadas para el ensayo fueron del 0% (control) y 100% para cada una de las muestras de las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse. Los ensayos se llevaron a cabo por duplicado.

Los ensayos de toxicidad se llevaron a cabo en acuarios de 50 cm de altura por 60 cm de largo por 30 cm de ancho, utilizándose un acuario por muestra.

Las incubaciones se realizaron a 22 °C con un fotoperíodo de 12 h luz/12 h oscuridad, bajo una intensidad lumínica de 1500 lux. Los recipientes se mantuvieron con aireación a lo largo del ensayo.

Al cabo de 10 días de incubación, se determinó el número de hojas nuevas en ejemplares expuestos y controles, como una estimación de la generación de biomasa a lo largo de la exposición. Por otra parte, a la finalización del ensayo, se realizaron estimaciones del contenido de clorofila *a* de los ejemplares tratados y controles. Estas estimaciones fueron realizadas mediante la técnica espectrofotométrica con lectura de extractos de clorofila en acetona *in vitro*. Se utilizó un espectrofotómetro *Shimadzu*.

Los resultados obtenidos en los ensayos se muestran en la Tabla 3.18.

Tabla 3.17 - Proporción de hojas nuevas (%) y contenido de clorofila *a* de *Vallisneria spiralis* al cabo de 10 días de exposición a sedimento control y a muestras de 100% de sedimento provenientes de las estaciones: Puesto Hernández, Toma y Cola del embalse Casa de Piedra (Julio de 2006). Los resultados para cada muestra representan el promedio de 2 réplicas por tratamiento.

Muestra	Proporción de hojas nuevas (%)	Contenido de clorofila <i>a</i> (mg/g, peso fresco)
Control <sup>1</sup>	48,0 (± 4,2) <sup>2</sup>	300,0 (± 28,8)
Puesto Hernández	47,2 (± 3,2)*	285,2 (± 7,2)*
Cola del embalse	52,5 (± 0,70)*	310 (± 14,1)*
Toma del embalse	47,0 (± 1,4)*	297,5 (± 17,6)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de proporción de hojas nuevas (%) y contenido de clorofila *a* alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* No significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Tabla 3.18 - Proporción de hojas nuevas (%) y contenido de clorofila *a* de *Vallisneria spiralis* al cabo de 10 días de exposición a sedimento control y a muestras de 100% de sedimento provenientes de las estaciones: Puesto Hernández, Toma y Cola del embalse Casa de Piedra (Mayo de 2007). Los resultados para cada muestra representan el promedio de 2 réplicas por tratamiento.

Muestra	Inhibición de crecimiento (%)	Contenido de clorofila <i>a</i> (mg/g, peso fresco)
Control <sup>1</sup>	-	265,0 (±21,2)
Puesto Hernández	0 (±1,2)	273,2 (±5,2)
Cola embalse	45,2 (±1,5)*	198,2 (±11,5)*
Toma embalse (1 a)	0 (±1,3)	281,5 (±3,3)
Toma embalse (2a)	0 (±0,2)	268,0 (±19,2)
Toma embalse (3a)	28,3 (±2,4)*	202,0 (±23,2)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones indicadas para el ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de inhibición de crecimiento respecto al control (%) y contenido en clorofila *a*.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los valores presentados en la Tabla 3.17 han evidenciado la ausencia de diferencias significativas entre la proporción de hojas nuevas (%) y el contenido de clorofila *a*, registrados como resultado de la exposición de una población de *Vallisneria spiralis*, durante 10 días a las muestras de sedimento entero correspondientes a las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse Casa de Piedra y Cola del embalse Casa de Piedra, extraídas en el mes de Julio de 2006, en relación con los controles (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Por lo tanto, no se han registrado efectos ecotóxicos significativos de los sedimentos analizados correspondientes a los sitios antes señalados, sobre la generación de hojas nuevas y el contenido de clorofila *a*, de la población de *Vallisneria spiralis* expuesta durante 10 días en las condiciones de los ensayos.

Los valores que se muestran en la Tabla 3.18 evidencian diferencias significativas entre la proporción de hojas nuevas (%) y contenido de clorofila *a*, respecto al control de las plantas incubadas en los sedimentos provenientes de las estaciones Toma del embalse 3a y Cola del embalse. Dado que se observó una disminución en el crecimiento de las plantas, los resultados se reportan como porcentaje de inhibición de crecimiento respecto al control (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Los sedimentos provenientes de las estaciones río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 1<sup>a</sup> y Toma del embalse 2c no exhibieron

diferencias significativas en el crecimiento de las plantas, respecto a los controles (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Los resultados indican que se registraron efectos ecotóxicos significativos en los sedimentos provenientes de las estaciones de muestreo Toma del embalse 3a y Cola del embalse.

No se han registrado efectos ecotóxicos significativos en los sedimentos provenientes de las estaciones de muestreo río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 1a y Toma del embalse 2c.

### 3.7.3 Evaluación de biomarcadores sobre *Vallisneria spiralis*

Adicionalmente, se determinó la actividad enzimática de guaiacol peroxidasa y catalasa en ejemplares de *Vallisneria spiralis* expuestos a las muestras de sedimentos evaluadas.

Para la determinación de la actividad guaiacol peroxidasa se empleó el método desarrollado por Egert y Tevini (Egert M and M Tevini, 2002, *Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (Allium schoenoprasum)*, *Environ. and Exp. Botany* 48: 43-49).

La actividad catalasa fue determinada mediante el método desarrollado por Johansson y Borg (Johansson, L.H. and L.A. Borg, 1988, *A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples*, *Anal Biochem* 174: 331-336).

Los resultados obtenidos para ambos biomarcadores con las muestras de sedimentos extraídas en julio de 2006 y mayo de 2007 se muestran en las Tablas 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23.

Tabla 3.19 - Actividad guaiacol peroxidasa (milimoles de guaiacol catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero de las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse (Julio de 2006). Los resultados para cada muestra representan el promedio de 2 réplicas por tratamiento.

Muestra	Actividad guaiacol peroxidasa (Mm Guaiacol/min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	0,37 ( $\pm$ 0,02) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	0,66 ( $\pm$ 0,05)*
Cola del embalse	0,37 ( $\pm$ 0,04)
Toma del embalse	0,72 ( $\pm$ 0,04)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Tabla 3.20 - Actividad guaicol peroxidasa (milimoles de guaicol catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero de las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse (Mayo de 2007).

Muestra	Actividad guaicol peroxidasa (Mm Guaicol/min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	0,51 (± 0,1) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	0,51 (± 0,06)
Cola embalse	0,83 (± 0,04)*
Toma embalse (1a)	0,60 (± 0,12)
Toma embalse (2c)	0,69 (± 0,09)
Toma embalse (3a)	1,013 (± 0,07)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones indicadas para el ensayo en Sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los resultados registrados en la Tabla 3.19 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad guaicol peroxidasa para la muestra de sedimento entero de la estación Cola del embalse Casa de Piedra respecto de los controles no expuestos.

Por el contrario, los resultados registrados en la Tabla 3.19 muestran la existencia de una diferencia significativa (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de actividad guaicol peroxidasa observada en los ejemplares expuestos al sedimento entero de la estación Puesto Hernández y Toma del embalse respecto de los controles no expuestos.

Los resultados registrados en la Tabla 3.20 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad de guaicol peroxidasa para la muestra de sedimentos entero de las estaciones río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 1a y Toma del embalse 2c, respecto de los controles no expuestos.

Tabla 3.21 - Actividad catalasas (milimoles de peróxido de hidrógeno catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de una población de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero de las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse (julio de 2006).

Muestra	Actividad catalasas (Mm H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	35,35(±4,03) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	67,5 (±3,53)*
Cola embalse	32,1 (±1,13)
Toma embalse	53,15 (±4,87)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Tabla 3.22 - Actividad catalasas (milimoles de peróxido de hidrógeno catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de una población de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero de las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse (mayo de 2007). Los resultados para cada muestra representan el promedio de 2 réplicas por tratamiento.

Muestra	Actividad catalasas (Mm H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	35,21 (±2,8) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	31,25 (±4,5)
Cola embalse	45,4 (±3,6)*
Toma embalse (1a)	38,46 (± 1,8)
Toma embalse (2c)	32,25 (±3,5)
Toma embalse (3a)	54,9 (±2,1)*

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los resultados registrados en la Tabla 3.21 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad catalasas de los ejemplares

expuestos al sedimento entero de la estación Cola del embalse Casa de Piedra respecto de los controles no expuestos.

Por el contrario, los resultados registrados en la Tabla 3.21 muestran la existencia de una diferencia significativa (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de actividad de catalasas de los ejemplares expuestos al sedimento entero de la estación Puesto Hernández y Toma del embalse respecto de los controles no expuestos.

Los resultados registrados en el Tabla 3.22 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p < 0,05$ ) entre los valores de actividad de catalasas de los ejemplares expuestos al sedimento entero de las estaciones río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 1a y Toma del embalse 2c, respecto de los controles no expuestos.

Por el contrario, los resultados registrados en la Tabla 3.22 muestran la existencia de una diferencia significativa (ANOVA de una vía con test de *Dunnett*,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad catalasas de los ejemplares expuestos al sedimento entero de las estaciones Toma del embalse 3a y Cola del embalse respecto de los controles no expuestos.

Las enzimas estudiadas tuvieron una actividad significativamente mayor a los controles en las estaciones Toma del embalse 3a y Cola del embalse. Las plantas incubadas en los sedimentos provenientes de esos sitios reflejaron una disminución significativa de su crecimiento respecto al control.

Por lo tanto, el crecimiento como la actividad de ambas enzimas demuestran un efecto ecotóxico de los sedimentos provenientes de estos sitios de muestreo sobre la macrófita estudiada.

La estación Toma del embalse 3a ha producido un incremento de la actividad enzimática de las plantas incubadas en campañas anteriores, pero en ningún caso con anterioridad se ha encontrado un efecto sobre el crecimiento.

Con fines comparativos, en el Anexo VI se ha incluido el registro de resultados obtenidos en períodos de estudio anteriores (COIRCO 2000, 2001, 2002, 2003, 2006 y 2007).

#### 3.7.4 Discusión

De los resultados expuestos surgen las siguientes conclusiones:

- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles sobre la sobrevivencia y crecimiento (medido como longitud total media) de las poblaciones del crustáceo bentónico dulceacuícola *Hyalella curvispina*, como resultado de su exposición durante 10 días a las muestras del sedimento entero extraídas de la estación Puesto Hernández, en el mes de julio de 2006.

- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles sobre la sobrevivencia y crecimiento (medido como longitud total media) de las poblaciones del crustáceo bentónico dulceacuícola *Hyalella curvispina*, como resultado de su exposición durante 10 días a las muestras del sedimento entero extraídas de la estación Cola del embalse, en el mes de julio de 2006.
- En las condiciones de los ensayos, se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles sobre la sobrevivencia de las poblaciones del crustáceo bentónico dulceacuícola *Hyalella curvispina*, como resultado de su exposición durante 10 días a las muestras del sedimento entero extraídas de la estación Toma del embalse, en el mes de julio de 2006.
- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre la generación de hojas nuevas y contenido de clorofila *a*, considerados como estimadores de la biomasa, de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis* como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse y Cola del embalse, en el mes de julio de 2006.
- En las condiciones de los ensayos se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaicol peroxidasa y catalasa, respecto de los controles, de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis* como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de las estaciones Puesto Hernández y Toma del embalse, en el mes de julio de 2006.
- En las condiciones de los ensayos no se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaicol peroxidasa y catalasa, respecto de los controles, de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis* como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de la estación Cola del embalse, en el mes de julio de 2006.
- Si bien resultaría necesario llevar a cabo una valoración más profunda y completa de las enzimas involucradas en el *ciclo de Halliwell – Asada*, como la actividad de superóxido dismutasa y la ascorbato peroxidasa, para asignar la diferencia significativa de actividad registrada en la estación Toma del embalse y Puesto Hernández a una detección temprana de efectos ecotóxicos, a partir de la determinación de las actividades enzimáticas seleccionadas, se observa una *evidencia cierta de efectos diferenciales* en estas estaciones de muestreo respecto de los

controles no expuestos y de las muestras correspondientes a la estación Cola del embalse.

- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos significativos, en relación a los controles, sobre la sobrevivencia y crecimiento (medido como longitud total media) de las poblaciones del crustáceo bentónico dulceacuícola *Hyalella curvispina*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en la estación río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 2c y 3a y Cola del embalse en el mes de mayo de 2007, en el sistema del río Colorado (ANOVA de una vía con test de *Dunnnett*,  $p < 0,05$ ). Sin embargo, la muestra extraída en la Toma del embalse 1ª fue ecotóxica sobre la sobrevivencia de la población expuesta a la misma.
- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre la generación de hojas nuevas y contenido de clorofila *a*, considerados como estimadores de la biomasa, de la población de la planta macrófita acuática *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en las estaciones río Colorado-Puesto Hernández y Toma del embalse 1a y 2c en el mes de mayo de 2007, en el sistema del río Colorado (ANOVA de una vía con test de *Dunnnett*,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre la generación de hojas nuevas y contenido de clorofila *a*, considerados como estimadores de la biomasa de la población de la planta macrófita acuática *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en las estaciones Toma del embalse 3a y Cola del embalse en el mes de mayo de 2007, en el sistema del río Colorado (ANOVA de una vía con test de *Dunnnett*,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos no se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaiacol peroxidasa y catalasa, respecto de los controles de la población de la planta macrófita acuática *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en las estaciones río Colorado-Puesto Hernández y Toma del embalse 1a y 2c, en el mes de mayo de 2007, en el sistema del río Colorado (ANOVA de una vía con test de *Dunnnett*,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos, se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaiacol peroxidasa y catalasa, respecto de los controles de la población de la planta macrófita acuática *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas en las estaciones Toma del embalse 3a y Cola del embalse, en el mes de mayo de 2007, en el sistema del río Colorado (ANOVA de una vía con test de *Dunnnett*,  $p < 0,05$ ).

## Referencias

- CCME, 2003, *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*, Environmental Quality Guidelines.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO (International Organization for Standardization)/IEC (International Electrotechnical Commission), 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- COIRCO, 2000, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema del Río Colorado-Embalse Casa de Piedra*, Comisión Técnica Fiscalizadora, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario, Informe Técnico del Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO), 118 pp.
- COIRCO, 2001, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2000, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2001, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2002, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2006, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Años 2004-2005, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- Di Marzio, WD; Sáenz ME; Alberdi, JL and Tortorelli, MC, 1999, *Assessment of the Toxicity of Stabilized Sludges using Hyalella curvispina (Amphipod) Bioassays*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 63 (5): 654-659.
- U.S. EPA, 1996, *Ecological Effects Test Guidelines, OPPTS 850.1735, Whole Sediment Toxicity Invertebrates, Freshwater, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, 7101, EPA 712-C-96-354*.
- U.S. EPA, 2000, *Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment-associated Contaminants with Freshwater Invertebrates*. Duluth, Mn, EPA 600/R-99/064

Hoja en Blanco

# CAPÍTULO 4

---

## SUSTANCIAS TÓXICAS EN MÚSCULO DE PECES

### 4.1 Introducción

### 4.2 Estaciones de monitoreo

### 4.3 Metodología de muestreo

### 4.4 Metodologías analíticas

#### 4.4.1 Análisis de metales y metaloides

##### 4.4.1.1 *Técnicas y métodos analíticos*

##### 4.4.1.2 *Calidad analítica*

#### 4.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

##### 4.4.2.1 *Técnica y métodos analíticos*

##### 4.4.2.2 *Calidad analítica*

### 4.5 Resultados

### 4.6 Límites para el consumo humano

### 4.7 Discusión

### Referencias

Hoja en blanco

#### 4.1 Introducción

Las sustancias tóxicas potencialmente presentes en la columna de agua pueden sufrir transferencia a otros compartimentos del ambiente acuático, dando como resultado la incorporación y acumulación de las mismas, por vía directa o indirecta, en la biota acuática. Por lo tanto, adquiere relevancia su investigación en componentes de las cadenas tróficas que, como los peces, están directamente vinculados con la salud humana a través de su consumo.

Para este fin, es monitoreada la presencia de metales/metaloideos y HAPs en las partes comestibles de los peces presentes en el sistema del río Colorado, con el objeto de determinar si los niveles existentes de las diferentes sustancias implican un riesgo y, por lo tanto, requieren recomendar restricciones al consumo.

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en la campaña de muestreo de peces, realizada en el mes de mayo de 2006 y mayo de 2007.

#### 4.2 Estaciones de monitoreo

Los muestreos de peces fueron llevados a cabo en sitios seleccionados en el río Colorado (Desfiladero Bayo) y en el embalse Casa de Piedra (cola). El primer sitio es representativo de una zona de explotación petrolera y el segundo, un lugar potencial de acumulación de contaminantes.

##### **Río Colorado (área cercana al puente de Desfiladero Bayo)**

(S 37° 21' 56" – O 69° 00' 55")



Estación representativa de un área ubicada aguas abajo de una zona de importante actividad petrolífera

### Embalse Casa de Piedra (cola)

(Sitio 1: S 38° 12' 44" - O 67° 39' 10" – Sitio 2: S 38° 12' 14" O 67° 37' 29")



Sitio 1: zona de pesca con redes en la margen derecha del embalse, en cercanías del embarcadero (S 38° 12' 35" O 67° 39' 29")  
Sitio 2: zona de pesca con redes en la margen izquierda del embalse, distante 2,73 km en línea recta desde el embarcadero (S 38° 12' 35" O 67° 39' 18")

#### 4.3 Metodología de muestreo

(Sauval, R. H., *Muestreo de Peces en Río Colorado – Desfiladero Bayo y Embalse Casa de Piedra, Campañas Mayo 2006 y Mayo 2007*).

La preparación de los elementos para el muestreo de peces y la obtención de las muestras de tejido muscular fue llevada a cabo conforme a lo establecido en los respectivos Procedimientos Operativos Estándar (PO P001 y PO P002) del Programa de Aseguramiento de la Calidad para Operaciones de Campo del COIRCO.

Se emplearon principalmente dos métodos de pesca: redes agalleras y pesca eléctrica.

La unidad de muestreo con redes fue una batería de redes agalleras (*Fukui Fishing Net Co. Ltd.*), compuesta por siete paños armados de distinto tamaño de malla.

En el río (Desfiladero Bayo), se caló una batería de 7 paños en un brazo secundario del río, ubicado aguas arriba del puente sobre la margen

izquierda. Debido a la velocidad de la corriente, las redes se calaron en forma paralela a la costa.

En el embalse Casa de Piedra se realizaron pescas en dos sitios en el área adyacente a la cola del embalse (uno en cercanías del embarcadero del Club de Pesca de Catriel, sobre margen derecha, y otro sobre margen izquierda). En cada sitio se caló una batería completa.

Se realizó el calado de las redes al atardecer y se dejaron durante dos noches en Desfiladero Bayo y una noche en el embalse Casa de Piedra. Durante el día se recorrieron las mismas varias veces para extraer los ejemplares capturados.

La pesca eléctrica se empleó en la estación Desfiladero Bayo, en sectores de aguas someras. Se utilizó un aparato *Smith-Root 15-D* equipado con un generador *Honda EX350*. El muestreo se efectuó por aplicaciones de pulsos sucesivos por unidad de tiempo en sitios "abiertos".

Con este arte de pesca se obtienen, en general, peces de pequeño tamaño. Se seleccionaron para la extracción de los músculos dorsales los peces mayores, en tanto que los individuos restantes, de menor tamaño, fueron devueltos inmediatamente a su hábitat por no ser de utilidad para los estudios requeridos.

En las campañas 2006 y 2007 se capturaron 80 peces en total (40 en el río Colorado y 40 en el embalse Casa de Piedra).

Una vez obtenidos los ejemplares fueron medidos (largo total) y pesados (peso fresco total). En base a estos parámetros fueron seleccionados los individuos de cada especie que compondrían los lotes a analizar. Éstos variaron en número de ejemplares de acuerdo a las características de la captura lograda. Cuando se obtuvieron menos de 20 individuos de la especie se disecó la totalidad de los mismos, exceptuando a los ejemplares muy pequeños. En los casos en que se pescaron más de 20 piezas, se obtuvieron submuestras con peces de tamaño intermedio y lo más homogénea posible.

Inmediatamente después de pesarlos se realizó la disección de cada pieza extrayendo dos porciones de los paquetes musculares dorsales (axiales) mediante la utilización de cuchillos de material plástico para aquellos destinados a la determinación de metales y metaloides y con bisturí para los destinados a la determinación de HAPs.

Las porciones de músculo dorsal de cada especie íctica fueron envasadas en bandejas de aluminio o papel de dicho material (análisis de HAPs) y en bolsas de polietileno (análisis de metales y metaloides). Todos los elementos de envasado utilizado fueron acondicionados previamente según lo indicado en el Procedimiento Operativo Estándar PO P001.

Las muestras fueron colocadas en conservadoras portátiles conteniendo hielo seco (-22°C) y luego fueron almacenadas en *freezer* hasta su envío a los respectivos laboratorios.

En las Tablas 4.1 y 4.2 figura el detalle de las especies obtenidas en cada estación en las campañas de mayo de 2006 y mayo de 2007 respectivamente y el número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal para el análisis de metales y metaloides y HAPs.

Tabla 4.1 – Especies de peces capturadas en la campaña de muestreo de mayo de 2006 y número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal

Estación	Nombre común	Nombre científico
Desfiladero Bayo (río Colorado)	Perquita espinuda (18) Pejerrey Bonaerense (4)	<i>Percichthys altispinis</i> <i>Odontesthes bonariensis</i>
Embalse Casa de Piedra (cola)	Pejerrey bonaerense (20)	<i>Odontesthes bonariensis</i>

Tabla 4.2 – Especies de peces capturadas en la campaña de muestreo de mayo de 2007 y número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal

Estación	Nombre común	Nombre científico
Desfiladero Bayo (río Colorado)	Perquita espinuda (15) Pejerrey Bonaerense (3)	<i>Percichthys altispinis</i> <i>Odontesthes bonariensis</i>
Embalse Casa de Piedra (cola)	Pejerrey bonaerense (20)	<i>Odontesthes bonariensis</i>

Como puede apreciarse en las Tabla 4.1 y 4.2, en los muestreos efectuados en mayo de 2006 y mayo de 2007, en algunos casos, a pesar de los esfuerzos de pesca, no pudieron lograrse capturas que alcanzaran el número mínimo de ejemplares recomendados para este tipo de estudios (*Ministry of Environment and Energy, 2007*). Este hecho ya se ha producido con anterioridad en otros ciclos de estudio, en particular en el río Colorado (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005).

En Desfiladero Bayo, en la campaña de mayo de 2006, las capturas con redes fueron inferiores a las del año 2005, mientras que con pesca eléctrica fueron superiores. En tanto que en el muestreo efectuado en mayo de 2007, el mayor número de ejemplares fue obtenido con redes.

En la campaña llevada a cabo en mayo de 2006 se observó que alrededor del 10% de las perquitas espinudas presentaban ectoparásitos (crustáceos Lerneidos). En mayo de 2007, el número de ejemplares de esta especie parasitados fue inferior al 10%

En el embalse Casa de Piedra, en los muestreos efectuados en mayo de 2006 y mayo de 2007, el pejerrey bonaerense fue la única especie

capturada y en cantidades mucho menores a las registradas en el año 2005. No se observaron evidencias de ectoparasitismo, ni hubo capturas de ejemplares de salmónidos en ambas campañas.

#### 4.4 Metodologías analíticas

##### 4.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en músculo de peces de fondo fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

##### 4.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 4.3. Para el análisis las muestras fueron sometidas previamente a digestión multiácida (Método EPA 200.3).

Tabla 4.3 – Técnicas y métodos analíticos y sus respectivos límites de cuantificación empleados en el análisis de metales y metaloides en músculo de peces.

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/g)
Antimonio	A.A. por generación de hidruros	EPA 200.3/7062	0,2
Arsénico	A.A. por generación de hidruros	EPA 200.3 – 7061 A	0,2
Bario	ICP	EPA 200.3 – 7061 A	0,2
Cadmio	A:A por atomización electrotérmica	EPA 200.3 – 7131 A	0,1
Cinc	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	1,0
Cobre	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,5
Cromo	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,2
Hierro	ICP	EPA 200.3 – 6010 B	1,0
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 200.3 – 7471 A	0,05
Molibdeno	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,2
Níquel	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,2
Plata	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,3
Plomo	ICP	EPA 200.3 - 6010 B	0,15
Selenio	AA por generación de hidruros	EPA 200.3 – 7741 A	0,4

AA: espectrometría de absorción atómica – ICP: espectrometría de emisión por plasma inductivo

#### 4.4.1.2 Calidad analítica

La verificación de la calidad analítica se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de músculo dorsal de las diferentes especies de peces, un material de referencia certificado (DORM-2 - *National Research Council – NRC - Canada*). En las Tabla 4.4 y 4.5 se muestran los resultados obtenidos correspondientes a las campañas de mayo de 2006 y mayo de 2007 respectivamente.

Tabla 4.4 - Análisis de metales y metaloides en el material de referencia certificado DORM-2 – *National Research Council (NRC) – Canada*. (Campañas mayo de 2006 y mayo de 2007).

Elemento	Concentración certificada (µg/g)	Concentración hallada (µg/g)			
		2006	Error <sup>(1)</sup> %	2007	Error <sup>(1)</sup> %
Antimonio	no disponible	<0,2	-	-	-
Arsénico	18,0 ± 1,1	17 ± 2	-5,56	17±2	-5,56
Bario	no disponible	2,2 ± 0,4	-	2,2±0,4	-
Cadmio	0,043 ± 0,008	<0,1	-	<0,1	-
Cinc	25,6 ± 2,3	24,8 ± 1,8	-3,13	24,8±1,8	-3,13
Cobre	2,34 ± 0,16	2,4 ± 0,4	2,56	2,4±0,4	2,56
Cromo	34,7 ± 5,5	33,4 ± 2,4	-3,75	33,4±2,4	-3,75
Hierro	142 ± 10	140 ± 9	-1,41	140±9	-1,41
Mercurio	4,64 ± 0,26	4,37 ± 0,18	-5,82	4,37±0,18	-5,82
Molibdeno	no disponible	<0,2	-	<0,2	-
Níquel	19,4 ± 3,1	18,8 ± 1,8	-3,09	18,8±1,8	-3,09
Plata	0,041 ± 0,013	<0,3	-	<0,3	-
Plomo	0,065 ± 0,007	<0,15	-	<0,15	-
Selenio	1,40 ± 0,09	1,3 ± 0,2	-7,14	1,3±0,2	-7,14

<sup>(1)</sup> Gaskin, J.E. 1993

Las incertidumbres corresponden a un nivel de confianza del 95%.

#### 4.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

Los análisis de HAPs en músculo de peces fueron llevados a cabo mediante cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

##### 4.4.2.1 Técnica y métodos analíticos

Las muestras de músculo de los diferentes ejemplares fueron homogeneizadas, tomándose de cada una porciones representativas. Se efectuó una extracción de las alícuotas de muestras con diclorometano por sonicación durante tres horas.

Las fracciones de diclorometano para cada muestra se pasaron por una columna de alúmina con el fin de eliminar la mayor parte de la materia grasa disuelta. Luego, las columnas se enjuagaron con porciones frescas

de diclorometano y las fases orgánicas se evaporaron a presión reducida para eliminar el solvente, retomando luego en 1 mL de diclorometano. Se inyectó en el cromatógrafo 1 µL para cada ensayo (dos distintos para cada muestra: cualitativo de identificación y cuantitativo para HAPs).

#### 4.4.2.2 Calidad analítica

La calidad analítica fue evaluada mediante el análisis de una muestra fortificada con un estándar de HAPs. Para ello se tomó una porción de músculo dorsal de carpa (30,0472 g) y se le agregó un pequeño volumen de estándar equivalente a 2 µg de cada HAP. El estándar contenía 20 µg/mL de naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno e indeno[c,d]pireno.

En las Tabla 4.5 se muestran los porcentajes de recuperación obtenidos para cada HAP en la campaña de mayo de 2006.

Tabla 4.5 – Porcentajes de recuperación de HAPs en una muestra de músculo de pejerrey bonaerense capturado en el embalse Casa de Piedra en mayo de 2006, fortificada con un estándar

HAP	% Recuperación <sup>(1)</sup>
Naftaleno	43,7
Acenaftileno	90,2
Acenafteno	111,4
Fluoreno	84,7
Fenantreno	55,1
Antraceno	55,1
Fluoranteno	75,8
Pireno	80,1
Benzo[b+k]fluoranteno	58,4
Criseno + benzo[a]antraceno	84,6
Benzo[a]pireno	56,3
Dibenzo[a,h]antraceno	40,3
Benzo[g,h,i]perileno	58,9
Indeno[c,d]pireno	51,4

<sup>(1)</sup> Gaskin, J.E., 1993

#### 4.5 Resultados

En las Tablas 4.6 y 4.7 se muestran las concentraciones de metales y metaloides en base a peso húmedo medidas en el músculo dorsal de las diferentes especies de peces capturadas en la campaña de muestreo de mayo de 2006 y mayo de 2007. Las concentraciones halladas se informan con sus respectivas incertidumbres de medición, las cuales son incertidumbres expandidas (factor de cobertura  $k=2$ ) y corresponden a un nivel de confianza de aproximadamente el 95%. Dichas incertidumbres

han sido calculadas en el laboratorio del INTEMIN empleando la metodología de la guía *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement* ( EURACHEM/CITAC 2000).

Tabla 4.6 – Concentraciones de metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) en mayo de 2006 y mayo de 2007.

Río Colorado- Desfiladero Bayo				
Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	2006		2007	
	Perquita espinuda (18)	Pejerrey bonaerense (4)	Perquita espinuda (15)	Pejerrey bonaerense (3)
Arsénico	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Antimonio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,5
Bario	<0,2	1,5 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,2
Cadmio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cinc	4,5 $\pm$ 0,6	13 $\pm$ 2	9,0 $\pm$ 1,3	14 $\pm$ 2
Cobre	0,3 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,2
Cromo	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Hierro	1,8 $\pm$ 0,3	12 $\pm$ 4	17 $\pm$ 5	16 $\pm$ 5
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Níquel	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Plata	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Plomo	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Selenio	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

Tabla 4.7 – Concentraciones de metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de ejemplares de Pejerrey bonaerense capturados en el embalse Casa de Piedra (cola) en mayo de 2006 y mayo de 2007.

Embalse Casa de Piedra-Cola		
Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	2006	2007
	Pejerrey bonaerense (20)	Pejerrey bonaerense (20)
Arsénico	<0,2	<0,2
Antimonio	<0,2	<0,2
Bario	<0,2	1,3 $\pm$ 0,2
Cadmio	0,1	<0,1
Cinc	7,2 $\pm$ 1,1	11 $\pm$ 1,6
Cobre	0,4 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,2
Cromo	<0,2	<0,2
Hierro	33 $\pm$ 11	22 $\pm$ 7
Mercurio	<0,05	<0,05
Molibdeno	<0,2	<0,2
Níquel	<0,2	<0,2
Plata	<0,3	<0,3
Plomo	<0,15	<0,15
Selenio	0,4	<0,4

En las Tablas 4.8 y 4.9 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en músculo dorsal de las especies capturadas en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra en las campañas realizadas en mayo de 2006 y mayo de 2007.

En el ANEXO VII del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004-2005 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

En las campañas de mayo de 2006 y mayo de 2007, el análisis de metales y metaloides en el músculo dorsal de los ejemplares de perquita espinuda y pejerrey bonaerense capturados en el río Colorado (Desfiladero Bayo), arrojó un perfil similar para ambas especies (Tabla 4.6): en ambas campañas no hubo detección de arsénico, antimonio, cadmio, cromo, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo y selenio y se detectó cinc, cobre y hierro. En el muestreo de mayo de 2006 se detectó bario en pejerrey bonaerense, en tanto que en mayo de 2007 hubo detección de este elemento en pejerrey bonaerense y en perquita espinuda.

En mayo de 2006, en el músculo dorsal de ejemplares de pejerrey bonaerense capturados en la cola del embalse Casa de Piedra (Tabla 4.7), no hubo detección de arsénico, antimonio, cromo, mercurio, molibdeno, níquel, plata y plomo y se detectó cadmio, cinc, cobre, hierro y selenio.

En mayo de 2007 (Tabla 4.7), también en ejemplares de pejerrey bonaerense capturados en la cola del embalse, no hubo detección de arsénico, antimonio, cadmio, cromo, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo y selenio. Hubo detecciones de bario, cinc, cobre y hierro.

Tabla 4.8 – Concentraciones de HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el sistema del río Colorado en mayo de 2006 y mayo de 2007.

Río Colorado- Desfiladero Bayo				
HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	2006		2007	
	Perquita espinuda (18)	Pejerrey bonaerense (4)	Perquita espinuda (15)	Pejerrey bonaerense (3)
Naftaleno	0,016	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[g,h,i]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[c,d]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC

LC (límite de cuantificación): 0,005  $\mu\text{g/g}$ ; para naftaleno y metilnaftalenos: 0,010  $\mu\text{g/g}$ ; Para dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos: 0,030  $\mu\text{g/g}$ .

Tabla 4.9 – Concentraciones de HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de ejemplares de Pejerrey bonaerense capturados en el embalse Casa de Piedra (cola) en mayo de 2006 y mayo de 2007.

Embalse Casa de Piedra-Cola		
HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	2006	2007
	Pejerrey bonaerense (20)	Pejerrey bonaerense (20)
Naftaleno	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC
Criseno + benzo[a]antraceno	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC
Benzo[g,h,i]perileno	<LC	<LC
Indeno[c,d]pireno	<LC	<LC

LC (límite de cuantificación): 0,005  $\mu\text{g/g}$ ; para naftaleno y metilnaftalenos: 0,010  $\mu\text{g/g}$ ;  
Para dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos: 0,030  $\mu\text{g/g}$ .

En la campaña realizada en mayo de 2006, a excepción de una detección de naftaleno en perquita espinuda (Tabla 4.8), no hubo detección de HAPs en músculo dorsal de las especies capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo). En el embalse Casa de Piedra, no fue detectado ningún miembro del grupo (Tabla 4.9).

En la campaña de mayo de 2007 (Tabla 4.8), no hubo detección de HAPs en ninguna de las especies capturadas y muestreadas en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra (Tabla 4.9).

#### 4.6 Límites para el consumo humano

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides fueron evaluados tomando como referencia los límites máximos de tolerancia para contaminantes inorgánicos en peces y productos de la pesca (Código Alimentario Argentino y SENASA), los cuales se muestran en la Tabla 4.10 y los límites para el consumo de pescado basados en el riesgo de la US EPA (US EPA 2000) para los elementos que fueron detectados.

Tabla 4.10 – Límites máximos de tolerancia para contaminantes inorgánicos en peces y productos de la pesca (Código Alimentario Argentino y SENASA).

Metal/metaloide	Límite (µg/g)
Antimonio <sup>1</sup>	2,0
Arsénico <sup>1</sup>	1,0
Bario <sup>2</sup>	500,0
Boro <sup>1</sup>	80,0
Cadmio <sup>1</sup>	1,0
Cinc <sup>1</sup>	100,0
Cobre <sup>1</sup>	10,0
Cromo	-
Hierro <sup>2</sup>	500,0
Mercurio <sup>1</sup>	0,5
Molibdeno	-
Níquel <sup>2</sup>	150,0
Plata <sup>1</sup>	1,0
Plomo <sup>1</sup>	2,0
Selenio <sup>1</sup>	0,3

(<sup>1</sup>) Código Alimentario Argentino - (<sup>2</sup>) SENASA

Para la evaluación de los resultados obtenidos en el análisis de HAPs se tomaron como referencia los límites para el consumo de pescado basados en el riesgo de la US EPA (US EPA 2000)

#### 4.7 Discusión

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides en músculo dorsal de las especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) y en el embalse Casa de Piedra (cola) en las campañas llevadas a cabo en los ciclos 2006 y 2007, indicaron que los distintos elementos investigados estaban presentes en concentraciones inferiores a los límites para el consumo de pescado (Código Alimentario Argentino, SENASA). La única excepción la constituyó la concentración de selenio hallada el año 2006 en pejerrey bonaerense en el embalse Casa de Piedra la cual superó ligeramente el límite. El nivel hallado para este elemento no indicó la necesidad de recomendar restricciones al consumo de pescado de acuerdo a los límites basados en el riesgo (US EPA 2000).

En relación con los HAPs, salvo un caso en el ciclo 2006 (naftaleno en perquita espinuda en el río Colorado), no hubo detección en las muestras de diferentes especies de peces capturadas en el sistema del río Colorado en las campañas realizadas en los años 2006 y 2007. Por lo tanto, no ha sido necesario recomendar restricciones al consumo de pescado en relación con la presencia de este tipo de sustancias.

## Referencias

- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2000, *Evaluación de la calidad del agua del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra para diferentes usos*, 4tas Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 3 al 6 de octubre de 2000, Salta.
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2003, *Calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado*, 5<sup>tas</sup> Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 4 al 7 de noviembre de 2003, Mendoza
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2005, *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Colorado (Argentina)*, XX Congreso Nacional del Agua, 9 al 14 de mayo de 2005, Mendoza
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2001, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema del Río Colorado-Embalse Casa de Piedra- Año 2000*, Comisión Técnica Fiscalizadora, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario, Informe Técnico del Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO), 73 pp. y Anexos.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2001, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2002, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 97 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2004, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2003, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 127 pp.
- De la Canal y Asociados, 2003, Código Alimentario Argentino.
- EURACHEM/CITAC, 2000, *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*, Guice CG 4, Second Edition, QUAM: 2000.1.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO/IEC, 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- Ministry of Environment and Energy, 2007, *Guide to Eating Ontario Sport Fish 2007-2008*, 24<sup>th</sup> Edition, Revised
- Perl, J.E., 2000, *Programa Integral de Calidad de Aguas de la Cuenca del río Colorado, Argentina*, IV Seminario Taller de Cuencas Hidrológicas Patagónicas – Río Gallegos.
- Perl, J.E., 2002, *Manejo Integral de la Cuenca del río Colorado - Calidad de Aguas* IV Seminario Internacional de Cuencas, Ushuaia, noviembre de 2002
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Animal), 1994, *Normas sanitarias para los productos de la pesca*, Suplemento edición N° 76 de la revista REDES de la industria Pesquera Argentina.
- US EPA(United States Environmental Protection Agency), 2000, *Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories – Volume 2: Risk Assessment and fish consumption limits. Third edition - 823\_B-00-008* – Washington D.C.

# CAPÍTULO 5

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Hoja en blanco

## 5.1. CONCLUSIONES

En base a lo observado en los ciclos de estudio 2006 y 2007, y teniendo presente que se mantiene un monitoreo ininterrumpido desde 1997 a través de muestreos mensuales de columna líquida, en al menos 8 estaciones, brindando información de tipo puntual o instantánea, sumada a la información para el diagnóstico que a través de los muestreos anuales de sedimentos de fondo y peces (analizando los músculos) como indicadores acumulativos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Calidad del agua

El agua mantiene su aptitud para su uso como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

- Calidad de los sedimentos de fondo

La investigación de metales/metaloideos y HAPs en sedimentos de fondo del río Colorado (Puesto Hernández) y del embalse Casa de Piedra (toma y cola) mostraron que las concentraciones de las diversas sustancias investigadas no superaron los respectivos valores guía o niveles de efecto probable. Por lo tanto, dichas sustancias no representaban un riesgo para el desarrollo de la vida acuática.

Los ensayos ecotoxicológicos crónicos mostraron efectos variables en el período de dos años de estudio. No se observó una constancia de un año a otro en los sitios donde se puso de manifiesto algún resultado positivo ni tampoco en el organismo de ensayo o biomarcador que lo exhibió. Dichos resultados no tuvieron correlación con los hallazgos efectuados a través del análisis químico.

- Sustancias tóxicas en músculo de peces

En los años 2006 y 2007, la investigación de hidrocarburos (HAPs), metales y metaloides en las partes comestibles de las especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) y en el embalse Casa de Piedra (cola), indicaron que los peces son aptos para el consumo sin restricción.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar con el monitoreo de metales/metaloides e hidrocarburos en columna de agua con el fin de obtener una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.
- Mantener los ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado en los sitios evaluados en el presente ciclo, como complemento del análisis químico.
- Mantener el monitoreo de metales/metaloides y HAPs y la realización de ensayos ecotoxicológicos en sedimentos de fondo en las estaciones muestreadas en el presente ciclo.
- Mantener el muestreo intensivo de sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse con el fin de evaluar la evolución de los niveles observados en las concentraciones de metales/metaloides y aportar mayor información acerca de las causas de los resultados obtenidos en los ensayos ecotoxicológicos practicados con los mismos.
- Recabar mayor información acerca de efectos tóxicos de metales/metaloides para los cuales no se han desarrollado aún valores guía, con el fin de ayudar a la interpretación de los resultados de los ensayos ecotoxicológicos.
- Continuar con el monitoreo de sustancias tóxicas en músculo de peces, a fin de contar con información actualizada sobre la variación en el tiempo de las concentraciones de metales/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares. Para estos últimos se debe procurar alcanzar límites de cuantificación más bajos que los empleados hasta el presente.
- Procurar llevar a cabo en el presente ciclo, en el curso de la campaña agrícola, la investigación de plaguicidas en columna de agua en sitios representativos de un área de aplicación.

# ANEXO I

---

## METALES Y METALOIDES EN COLUMNA DE AGUA

Hoja en Blanco

Tabla I. 1. Estación: CL 0

Latitud: S 36° 49' 04"

Longitud: O 69° 52' 14"

Descripción: río Barrancas altura puente Ruta Nacional N° 40

Año	Metal/metaloides (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	5	8	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/05	<5	<1	2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	8
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
07/10	<5	<1	23	5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/11	<5	<1	25	10	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	6	<2
09/06	<5	<1	7	3	<1	<1	<10	<5	6	<2
11/08	<5	<1	16	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/09	<5	<1	18	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MD: margen derecha

Tabla I. 1. (Continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	9 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	12 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	8 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	5 $\pm$ 1	<5	<2
11/10	<5	<1	21 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	7 $\pm$ 1	<1	58 $\pm$ 4	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	7 $\pm$ 1	19 $\pm$ 3	<2
14/02	<5	<1	22 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	9 $\pm$ 1	<2
14/03	<5	<1	6 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	12 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/05	<5	<1	80 $\pm$ 5	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	10 $\pm$ 2	<5	<2
13/06	<5	<1	3 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 2. Estación: CL 1

Latitud: S 35° 51' 32"

Longitud: O 69° 48' 25"

Descripción: río Grande altura Bardas Blancas

Año	Metal/metaloide (µg/L)																			
	Arsénico		Cadmio		Cinc		Cobre		Cromo		Mercurio		Molibdeno		Níquel		Plomo		Selenio	
2000	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
14/02	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	15	16	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
13/03	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	14	4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
15/05	-	<10	-	<1,5	-	<20	8	7	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
07/08	<10	<10	<1,5	<1,5	33	27	8	5	<2	<2	1,4	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
25/09	-	<10	-	<1,5	-	24	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
06/11	-	<10	-	<1,5	-	<20	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	11	16	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<10	3	<1	<1	<10	<5	7	<2	<2	<10	<5	7	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/06	<5	<1	12	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
13/08	<5	<1	14	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	4	4
29/10	<5	<1	9	2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6	6
03/12	<5	<1	8	7	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	6	15	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	3	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	6	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
07/10	<5	<1	31	8	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/11	<5	<1	31	21	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	16	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	9	<5	<2	<2	<10	9	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
11/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	26	9	<1	<1	<10	7	<5	<2	<2	<10	7	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	<2	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 2. (Continuación)

Año	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	12 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	21 $\pm$ 2	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	13 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/10	<5	<1	28 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	11 $\pm$ 1	17 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	10 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/03	<5	<1	5 $\pm$ 1	12 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	13 $\pm$ 2	11 $\pm$ 2	<1	<1	<10	6 $\pm$ 1	<5	<2
02/05	<5	<1	5 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	6 $\pm$ 1	<5	<2
13/06	<5	<1	7 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 3. Estación: CL 2

Latitud: S 37° 07' 27"

Longitud: O 69° 38' 51"

Descripción: río Colorado altura Buta Ranquil (Puente El Portón)

Año	Metal/metales (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	
2000	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
14/02	<10 <10	<1,5 <1,5	38 40	36 40	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	10 12	<2 <2	
13/03	<10 <10	<1,5 <1,5	57 <20	5 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2	
15/05	<10 <10	<1,5 <1,5	26 34	10 14	<2 <2	<1 <1	<10 <10	11 17	<7 <7	<2 <2	
07/08	<10 <10	<1,5 <1,5	25 30	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2	
25/09	- <10	- <1,5	- 23	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2	
06/11	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2	
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
12/02	<5	<1	12	5	<1	<1	<10	<5	7	<2	
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3	
25/06	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3	
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
29/10	<5	<1	9	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
03/12	<5	<1	14	11	<1	<1	<10	<5	<5	6	
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
18/03	<5	<1	11	18	<1	<1	<10	<5	<5	5	
06/05	<5	<1	6	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	5	<5	<2	
12/08	<5	<1	6	4	<1	<1	<10	<5	<5	4	
07/10	<5	<1	32	11	<1	<1	<10	<5	<5	5	
25/11	<5	<1	33	20	<1	<1	<10	9	<5	7	
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
28/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
09/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
11/08	<5	<1	23	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
17/11	<5	<1	<2	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2	

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 3. (Continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	11 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	20 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	12 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	11 $\pm$ 2	<5	<2
11/10	<5	<1	27 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	18 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	18 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/03	<5	<1	13 $\pm$ 2	19 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	14 $\pm$ 2	13 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/05	<5	<1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/06	<5	<1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 4. Estación: CL 3

Latitud: S 37° 21' 57"

Longitud: O 69° 00' 55"

Descripción: río Colorado altura Desfiladero Bayo

Año	Metal/metaloide (µg/L)																			
	Arsénico		Cadmio		Cinc		Cobre		Cromo		Mercurio		Molibdeno		Níquel		Plomo		Selenio	
2000	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
14/02	<10	<10	<1,5	<1,5	73	66	68	65	2	<2	<1	<1	<10	<10	12	<10	9	<7	<2	<2
13/03	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
15/05	<10	<10	<1,5	<1,5	55	52	13	9	<2	<2	<1	<1	<10	<10	28	24	<7	<7	<2	<2
07/08	<10	<10	<1,5	<1,5	22	22	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
25/09	-	<10	-	<1,5	-	22	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
06/11	-	<10	-	<1,5	-	<20	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	12	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	3	3
25/06	<5/<5 <sup>(1)</sup>	<1/<1	11/11	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	4/ 5	4/ 5
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
29/10	<5	<1	10	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	4	4
03/12	<5	<1	19	16	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6	6
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	43	40	1,5	<1	<10	11	7	3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	5	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
07/10	<5	<1	35	12	<1	<1	<10	12	<5	9	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	9	9
25/11	<5	<1	33	21	2	<1	<10	15	<5	3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	3	3
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
11/08	<5	<1	22	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	<2	5	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 4. (Continuación)

Año	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	14 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	19 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	11 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/10	<5	<1	19 $\pm$ 2	10 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	13 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	26 $\pm$ 3	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	5 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<2
14/03	<5	<1	40 $\pm$ 4	20 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<10	12 $\pm$ 2	8 $\pm$ 1	<2
11/04	<5	<1	9 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/05	<5	<1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	9 $\pm$ 2	<5	<2
13/06	<5	<1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 5. Estación: CL 4

Latitud: S 37° 43' 32"

Longitud: O 67° 45' 47"

Descripción: río Colorado altura Punto Unido

Año	Metal/metaloide (µg/L)																			
	Arsénico		Cadmio		Cinc		Cobre		Cromo		Mercurio		Molibdeno		Níquel		Plomo		Selenio	
2000	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
14/02	<10	<10	<1,5	<1,5	28	28	22	19	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	10	<7	<2	<2
13/03	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
15/05	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	5	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
07/08	<10	<10	<1,5	<1,5	28	25	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
25/09	<10	-	<1,5	-	22	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	-	<10	<7	-	<2	-
06/11	<10	-	<1,5	-	<20	-	5	-	<2	-	<1	-	<10	-	-	<10	<7	-	<2	-
2001	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
12/02	<5	<1	12	5	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	6	6
29/10	<5	<1	10	6	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	6	6
03/12	<5	<1	24	19	<1	<1	<10	8	<5	<5	<2	<2	<10	8	<5	<5	<5	<5	3	3
2002	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
18/03	<5	<1	20	19	1,3	<1	<1	<10	5	<5	<5	<5	<10	5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	9	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	7	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	9	9
07/10	<5	<1	34	10	<1	<1	<10	13	<5	<5	<2	<2	<10	13	<5	<5	<5	<5	4	4
25/11	<5	<1	31	17	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	4	4
2003	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
28/04	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	23	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	4	7	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 5. (Continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	11 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	21 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/09	<5	<1	13 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/10	<5	<1	15 $\pm$ 2	12 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/11	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
18/01	<5	<1	11 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/02	6 $\pm$ 1	<1	26 $\pm$ 3	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	12 $\pm$ 2	<5	5 $\pm$ 1
15/03	<5	<1	11 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/04	<5	<1	8 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	11 $\pm$ 2	<5	<2
03/05	<5	<1	29 $\pm$ 3	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/06	<5	<1	13 $\pm$ 2	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 6. Estación: CL 5

Latitud: S 38° 01' 35"

Longitud: O 67° 52' 44"

Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanita

Año	Metal/metales (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	
2000	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
15/02	<10 <10	<1,5 <1,5	40 40	20 20	<2 <2	<1 <1	<10 <10	12 13	10 9	<2 <2	
14/03	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2	
16/05	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2	
08/08	<10 <10	<1,5 <1,5	28 32	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2	
26/09	- <10	- <1,5	- 22	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2	
07/11	- <10	- <1,5	- <20	- 7	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2	
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
13/02 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	13/13	5/6	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	
24/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	4	
26/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3	
14/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	4	
30/10	<5	<1	12	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
04/12	<5	<1	30	23	<1	<1	<10	6	5	3	
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
19/03	<5	<1	21	20	<1	<1	<10	14	17	7	
07/05	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
25/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
13/08	<5	<1	7	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
08/10	<5	<1	28	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2	
26/11 <sup>(2)</sup>	<5/<5/<5	<1/<1/<1	36/34/37	19/21/21	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	7/8/11	<5/<5/<5	3/<2/5	
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	
28/04 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	15/15	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	
10/06 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	12/12	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	
12/08 <sup>(2)</sup>	<5/<5/<5	<1/<1/<1	24/24/23	<2/<2/<2	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	<5/<5/<5	<5/<5/<5	<2/<2/<2	
23/09 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	22/22	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	
18/11 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	<2/<2	5/8	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	

MI: margen izquierda – MD: margen derecha – <sup>(1)</sup> muestra duplicada - <sup>(2)</sup> muestra triplicada

Tabla I. 6. (Continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
06/07	<5/<5	<1/<1	9 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
17/08	<5/<5	<1/<1	19 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	<2/3 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
14/09	<5/<5	<1/<1	12 $\pm$ 1/13 $\pm$ 2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/10	<5/<5	<1/<1	18 $\pm$ 2/19 $\pm$ 2	14 $\pm$ 2/15 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
15/11	<5/<5	<1/<1	11 $\pm$ 1/2 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1/7 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
13/12	<5/<5	<1/<1	5 $\pm$ 1/<2	11 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
2005										
17/01	<5/<5	<1/<1	14 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1/4 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
14\$02	<5/<5	<1/<1	42 $\pm$ 4/26 $\pm$ 3	13 $\pm$ 2/10 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	14 $\pm$ 2/6 $\pm$ 1	<5/8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/<2
15/03	<5/<5	<1/<1	14 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1/3 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
11/04	<5/<5	<1/<1	9 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/8 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
02/05	<5/<5	<1/<1	22 $\pm$ 3/4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	9 $\pm$ 2/18 $\pm$ 2	<5/<5	<2/<2
14/06	<5/<5	<1/<1	7 $\pm$ 1/13 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1/8 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2

Tabla I. 7. Estación: CL 6

Latitud: S 38° 12' 55"

Longitud: O 67° 11' 04"

Descripción: descarga embalse Casa de Piedra

Año	Metal/metales (µg/L)																			
	Arsénico		Cadmio		Cinc		Cobre		Cromo		Mercurio		Molibdeno		Níquel		Plomo		Selenio	
2000	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
15/02	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
14/03	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
16/05	-	<10	-	<1,5	-	<20	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
08/08	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
26/09	-	<10	-	<1,5	-	26	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
07/11	-	-	-	<1,5	-	<20	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	<10	-	<7	-	<2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
13/02	<5	<1	<1	<1	11	11	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/04	<5	<1	<1	<1	<10	<10	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
26/06	<5	<1	<1	<1	11	11	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
14/08	<5	<1	<1	<1	12	12	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	3	3
30/10	<5	<1	<1	<1	9	9	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	5	5
04/12	<5	<1	<1	<1	8	8	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03	<5	<1	<1	<1	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	4	4
07/05	<5	<1	<1	<1	4	4	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/06	<5	<1	<1	<1	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
13/08	<5	<1	<1	<1	5	5	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
08/10	<5	<1	<1	<1	29	29	2	2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
26/11	<5	<1	<1	<1	29	29	3	3	<1	<1	<1	<1	<10	<10	7	7	<5	<5	5	5
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
29/04	<5	<1	<1	<1	14	14	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
10/06	<5	<1	<1	<1	10	10	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	3	3
12/08	<5	<1	<1	<1	24	24	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/09	<5	<1	<1	<1	26	26	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
18/11	<5	<1	<1	<1	<2	<2	2	2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 7. (Continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
06/07	<5	<1	9 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3 $\pm$ 1
17/08	<5	<1	12 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/09	<5	<1	15 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/10	<5	<1	29 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
18/01	<5	<1	10 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/02	<5	<1	6 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/03	<5	<1	11 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/04	<5	<1	15 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	9 $\pm$ 1	<5	<2
03/05	<5	<1	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	14 $\pm$ 2	<5	<2
14/06	<5	<1	10 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 8. Estación: CL 7

Latitud: S 38° 59' 14"

Longitud: O 64° 05' 32"

Descripción: río Colorado altura La Adela

Año	Metal/metales (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
16/02	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
15/03	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
17/05	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
09/08	<10	<1,5	21	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
27/09	<10	<1,5	24	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
08/11	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
14/02	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
27/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	5
16/08 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1	14/13	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	7/2
31/10 <sup>(2)</sup>	<5/<5/<5	<1/<1/<1	10/10/10	<2/<2/<2	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	<5/<5/<5	<5/<5/<5	5/4/<2
03/12	<5	<1	9	2	<1	<1	<10	<5	<5	6
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	3/4
07/05 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	16/15	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	3/<2
25/06 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	8/5	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
13/08 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	6/4	2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	5/<2
08/10 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	30/31	2/5	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	2/<2
26/11	<5	<1	32	4	<1	<1	<10	6	<5	<2
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
30/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
11/06	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/09	<5	<1	26	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
19/11	<5	<1	<2	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MD: margen derecha – <sup>(1)</sup> muestra duplicada – <sup>(2)</sup> muestra triplicada

Tabla 1.8 (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004	122									
07/07	122	<1	10 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
18/08	122	<1	12 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/09	122	<1	16 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/10	122	<1	29 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	122	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/12	122	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
19/01	<5	<1	11 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/02	<5	<1	6 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/03	<5	<1	10 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/04	<5	<1	12 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	24 $\pm$ 3	<5	2 $\pm$ 1
15/06	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

# ANEXO II

---

## HI DROCARBUROS AROMATICOS POLI NUCLEARES EN COLUMNNA DE AGUA

Hoja en blanco

Tabla II. 1. Estación: CL 0

Latitud: S 36° 49' 04"

Longitud: O 69° 52' 14"

Descripción: río Barrancas altura puente – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.1 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	0,042	0,046
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,290	<0,020
02/05	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.1. (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	0,012
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Tabla II. 2. Estación: CL 1

Latitud: S 35° 51' 32"

Longitud: O 69° 48' 25"

Descripción: río Grande altura Bardas Blancas – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,130 (*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016(*)		0,020	0,010	0,020	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017(*)		<0,010	0,010	0,030	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015(*)		<0,010	0,010	0,030	0,040
	(*) Fenantreno + antraceno									
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	-	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.2 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,033	<0,005	<0,010	<0,020	0,290	0,200
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	0,026	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	0,024	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.2. (Continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,028	0,020
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Tabla II. 3. Estación: CL 2

Latitud: S 37° 07' 27"

Longitud: O 69° 38' 51"

Descripción: río Colorado altura Buta Ranquil (Puente El Portón) – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016(*)	0,020	0,010	0,024	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011(*)	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010 (*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,013(*)	<0,010	<0,010	0,032	0,031	<0,010
(*) Fenantreno + Antraceno										
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.3. (Continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,042	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,022	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	0,024	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.3. (Continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,01
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Tabla II. 4. Estación: CL 3

Latitud: S 37° 21' 57"

Longitud: O 69° 00' 55"

Descripción: río Colorado altura Desfiladero Bayo – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,012	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	0,038	0,029
	(*) Fenantreno + antraceno									
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	0,040	<0,010	<0,020	<0,050	0,070	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,018	0,046	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,010	<0,020	0,110	0,082
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,023	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,024	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,040	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Tabla II. 5. Estación: CL 4

Latitud: S 37° 43' 32"

Longitud: O 67° 45' 47"

Descripción: río Colorado altura Punto Unido – Margen izquierda

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,29 (*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015(*)		<0,010	0,0110	0,041	0,045
	(*) Fenantreno + Antraceno									
2001										
12/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.5 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
18/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,020	0,012	<0,010	0,028	0,030	<0,020
15/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/04	0,018	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.5 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Tabla II. 6. Estación: CL 5

Latitud: S 38° 01' 35"

Longitud: O 67° 52' 44"

Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanito – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014(*)	<0,010	<0,010	<0,010	0,039	0,038
	(*) Fenantreno + Antraceno									
2001										
13/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
19/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,005	<0,005
07/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,018	0,046	<0,020	<0,020
10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
23/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.6 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005/0,006	<0,010	<0,020	<0,020/0,065	<0,020/0,071
17/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	0,016/0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/108	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,060/0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,036/<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	0,023/0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020/0,022	<0,020	<0,020
15/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	0,010/0,034	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	0,029/<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,051/<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor.

Tabla II.6 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
13/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
19/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,022	0,017
26/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
23/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.



Estación CL 5 (continuación) (réplicas-triplicados)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2003										
29/04 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/06 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08 <sup>(2)</sup>	0,026/<0,010	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,010/<0,010	<0,020/<0,010	<0,020/<0,020	<0,020/<0,020
23/09 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor. <sup>(1)</sup> duplicado -- <sup>(2)</sup> duplicado y triplicado

Estación CL 5 (continuación – réplicas)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2003									
29/04 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/06 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08 <sup>(2)</sup>	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005
23/09 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/11 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor. <sup>(1)</sup> duplicado -- <sup>(2)</sup> duplicado y triplicado

Tabla II. 7. Estación: CL 6

Latitud: S 38° 12' 55"

Longitud: O 67° 11' 04"

Descripción: descarga embalse Casa de Piedra – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	(*) Fenantreno + Antraceno									
2001										
13/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
19/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
23/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	0,044	0,033
17/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
18/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/03	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
13/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
19/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
23/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.

Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
06/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
18/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla II. 8. Estación: CL 7

Latitud: S 38° 59' 14"

Longitud: O 64° 05' 32"

Descripción: río Colorado altura La Adela – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	(*) Fenantreno + Antraceno									
2001										
14/02	0,030	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
27/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
16/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
31/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
05/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
20/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
27/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
30/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
24/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
19/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.8 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/09	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
19/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/04	0,030	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/05	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/06	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.8 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,150	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,260	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
20/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
27/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
30/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
19/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.

Tabla II.8 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
07/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2001										
19/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Hoja en Blanco

# ANEXO III

---

## ENSAYOS ECOTOXICOLÓGICOS CON AGUA

Hoja en blanco

Tabla III.1 Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de agua extraídas en diferentes sitios del río Colorado en el período 1999-2005, empleando *Daphnia magna* como organismo de ensayo.

Estación	1999 - 2000			2001			2002			2003			2005		
	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R
CL 3 (Desfiladero Bayo)	27-09-99	(-)	(-)	22-08-01	(-)	(-)	12-08-02	(-)	(-)	22-09-03	(-)	(-)			
	15-11-99	(-)	(-)	03-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	14-03-05	(-)	(-)
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL 4 (Punto Unido)	27-09-99	(-)	(-)	22-08-01	(-)	(+)	12-08-02	(-)	(-)	22-09-03	(-)	(-)	15-03-05	(+)	(-)
	15-11-99	(-)	(-)	03-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL 7 (La Adela)	29-09-99	(-)	(-)	23-08-01	(-)	(+)	14-08-02	(-)	(-)	24-09-03	(-)	(-)	-	-	-
	16-11-99	(-)	(-)	05-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

S: supervivencia; (-) no significativamente diferente de los controles (Test exacto de Fischer,  $\alpha = 0,05$ ).

R: tasa neta de reproducción; (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ )

210

Hoja En blanco

# ANEXO IV

---

## **METALES Y METALOIDES EN SEDIMENTOS DE FONDO**

Hoja en blanco

Tabla IV.1. Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (años 2004 y 2005)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2004	2005
Arsénico	5,2	7,0
Bario	405	333
Boro	10	30
Cadmio	<0,5	<0,5
Cinc	78	49
Cobre	29	13
Cromo	26	23
Mercurio	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1
Níquel	19	16
Plata	<1	80
Plomo	8,6	8,0
Selenio	0,6	0,6
Vanadio	110	98

Tabla IV.2 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año				
	2000	2002	2003	2004	2005
Arsénico	2,6	7,6	12	5,7	6,0
Bario	120	223	247	146	279
Boro	9,7	33	38	8,5	58
Cadmio	1,2	1,5	2,1	<0,5	<0,5
Cinc	28	73	89	56	105
Cobre	17	37	53	22	44
Cromo	6	25	35	23	38
Mercurio	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	6,7	24	25	16	20
Plata	<1	<1	<1	<1	24
Plomo	4,8	13	11	3,2	20
Selenio	<1	1,1	1,3	0,7	0,7
Vanadio	41	89	104	56	191

Tabla IV.3 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año				
	2000	2002	2003	2004	2005
Arsénico	4,6	9,6	4,8	4,3	2,0
Bario	140	247	87	104	409
Boro	18	34	8,3	18	75
Cadmio	1,8	1,9	0,9	<0,5	<0,5
Cinc	40	92	29	44	112
Cobre	26	48	20	18	42
Cromo	8,5	25	12	13	15
Mercurio	0,15	0,09	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	8,6	32	10	13	5,5
Plata	<1	<1	<1	<1	102
Plomo	8,2	19	4,0	1,2	23
Selenio	<1	1,4	0,6	0,8	0,6
Vanadio	49	146	53	95	252

Tabla IV. 4 - Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (años 2002 y 2003)

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2002	2003
Arsénico	5	3,4
Bario	209	416
Boro	19	34
Cadmio	1	3,3
Cinc	49	100
Cobre	17	37
Cromo	14	44
Mercurio	0,09	<0,05
Molibdeno	<1	<1
Níquel	15	20
Plata	<1	<1
Plomo	7,8	6,1
Selenio	0,7	1,6
Vanadio	75	187

# ANEXO V

---

## **HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES EN SEDIMENTOS DE FONDO**

Hoja en Blanco

Tabla V.1 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (años 2004 y 2005)

Hidrocarburo ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2004	2005
Naftaleno	<LC	0,011
Acenafteno	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC
Metil naftaleno	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<LC	<LC
Metil fenantreno	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC
Benzo[ghi]Perileno	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC

Límites de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V. 2. HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002 y 2003)

Hidrocarburo ( $\mu\text{g/g}$ )	Año				
	2000	2002	2003	2004	2005
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,040
Acenafteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Acenaftileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Fluoreno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Fenantreno	<0,010	0,010	0,023	0,017	0,047
Antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	0,047
Metil naftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<LC	0,025
Dimetil naftaleno	<0,030	<0,030	<0,030	0,055	0,059
Metil fenantreno	<0,030	<0,030	0,071	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<0,010	<0,010	0,067	<LC	0,054
Fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Criseno	<0,010	0,010	0,019	<LC	0,012
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,012
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[ghi]Perileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC

Límites de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.3 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002 y 2003)

Hidrocarburo ( $\mu\text{g/g}$ )	Año				
	2000	2002	2003	2004	2005
Naftaleno	0,043	<0,010	<0,010	<LC	0,029
Acenafteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Acenaftileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Fluoreno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,036
Fenantreno	<0,010	0,010	<0,010	<LC	0,159
Antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,159
Metil naftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<0,030	0,090	0,064	<LC	0,154
Metil fenantreno	<0,030	<0,030	<0,030	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<0,030	<0,030	<0,030	<LC	0,230
Fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,014	<LC	<LC
Pireno	<0,010	<0,010	0,012	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Criseno	<0,010	0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Benzo[ghi]Perileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC

Límites de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V. 4. HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (años 2002 y 2003)

Hidrocarburo ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2002	2003
Naftaleno	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,010	<0,010
Acenaftileno	<0,010	<0,010
Fluoreno	<0,010	<0,010
Fenantreno	<0,010	<0,010
Antraceno	<0,010	<0,010
Metil naftaleno	<0,020	<0,020
Dimetil naftaleno	<0,030	<0,030
Metil fenantreno	<0,030	<0,030
Dimetil fenantreno	<0,030	<0,030
Fluoranteno	<0,010	<0,010
Pireno	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010
Criseno	<0,010	<0,010
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perileno	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010

Límites de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

# ANEXO VI

---

## ENSAYOS ECOTOXICOLÓGICOS CON SEDIMENTOS DE FONDO

Hoja en Blanco

Tabla VI. 1. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en diferentes sitios del río Colorado y del embalse Casa de Piedra en el período 1999-2003, empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	1999-2000			2001			2002			2003		
	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	15-11-99	(-)	(-)	11-09-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(+)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	16-11-99	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	08-09-03	(-)	(-)
	16-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toma embalse Casa de Piedra	-	-	-	13-09-01	(-)	(-)	-	-	-	08-09-03	(-)	(-)

M: mortalidad (%); L: longitud total (mm); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ )

Tabla VI. 2. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en el embalse Casa de Piedra en el año 2005, empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	2005		
	Fecha	M	L
Toma embalse Casa de Piedra (Fracción no aireada)	03-05	(-)	(-)
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
Toma embalse Casa de Piedra (Fracción aireada)	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	-	-	-

Tabla VI. 3. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en diferentes sitios del río Colorado y del embalse Casa de Piedra en el período 2001-2003, empleando *Vallisneria spiralis* como organismo de prueba.

ESTACIÓN	2001			2003		
	Fecha	HN	Cl a	Fecha	HN	Cl a
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	11-09-01	(-)	(-)	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	-	-	-	08-09-03	(-)	(-)
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Toma embalse Casa de Piedra	13-09-01	(-)	(-)	08-09-03	(-)	(-)

HN: proporción de hojas nuevas (%); Cl a: contenido en clorofila a (mg/g peso fresco); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ );

Tabla VI. 3 (continuación)

Estación	2005		
	Fecha	HN	Cl a
Toma embalse Casa de Piedra	03-05	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	03-05	(-)	(-)

HN: proporción de hojas nuevas (%); Cl a: contenido en clorofila a (mg/g peso fresco); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett  $p \leq 0,05$ );

# ANEXO VII

---

## METALES Y METALOIDES EN MUSCULO DE PECES

Hoja en Blanco

Tabla VII.1 Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) en músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

Año/Especie	n	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2000															
Perca bocona	2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10	5,7	<0,5	<0,5	3,6	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,1
Perquita espinuda	7	<0,2	<0,1	<0,10	<0,10	5,1	<0,5	<0,5	3,5	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,8
Bagre otuno	1	<0,2	0,11	0,20	0,11	7,2	<0,5	<0,5	5,4	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	2,7
2001															
Perquita espinuda	15	<0,2	<0,2	0,19	<0,10	9,1	<0,3	<0,2	9,9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	10	0,9
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	1,00	<0,10	16,0	<0,3	<0,2	20	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	0,3	1,1
2002															
Perquita espinuda	6	0,2	0,3	0,90	<0,10	12,4	2,1	4,0	6,3	<0,05	<0,2	1,8	<0,3	<0,15	<0,4
2003															
Perquita espinuda	22	<0,2	<0,2	<0,20	<0,10	4,2	1,1	<0,2	46	<0,05	<0,2	1,1	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey bonaerense	9	<0,2	<0,2	<0,20	<0,10	7,5	0,6	0,6	14	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre otuno	2	<0,2	<0,2	0,30	<0,10	4,8	1,2	0,6	36	<0,05	<0,2	0,8	<0,3	<0,15	<0,4

Tabla VII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2004															
Perquita espinuda	4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	19 $\pm$ 2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	119 $\pm$ 10	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey bonaerense	4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	21 $\pm$ 2	2,1 $\pm$ 0,3	<0,2	80 $\pm$ 9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	34 $\pm$ 4	<0,4
Bagre otuno	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	18 $\pm$ 2	2,6 $\pm$ 0,4	<0,2	211 $\pm$ 16	<0,05	<0,2	1,1 $\pm$ 0,1	<0,3	<0,15	<0,4
2005															
Perquita espinuda	22	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	7,4 $\pm$ 1,1	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	25 $\pm$ 6	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre de torrentes	2	0,2	0,2	0,2	0,1	15 $\pm$ 2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	16 $\pm$ 5	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre otuno	2	<0,2	<0,2	7,5 $\pm$ 0,5	<0,1	8,8 $\pm$ 1,3	0,6 $\pm$ 0,1	<0,2	377 $\pm$ 26	<0,05	<0,2	1,1 $\pm$ 0,1	<0,3	1,1 $\pm$ 0,2	<0,4
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	6,9 $\pm$ 1,1	0,8 $\pm$ 0,1	<0,2	7,9 $\pm$ 1,4	0,22 $\pm$ 0,02	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4

Tabla VII. 2. Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) en músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el embalse Casa de Piedra (cola) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

Año/Especie	n	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2000															
Pejerrey bonaerense	23	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	4,7	<0,5	<0,5	1,0	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,0
Carpa	22	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	4,4	<0,5	<0,5	5,4	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,9
Perca bocona	7	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3,1	<0,5	<0,5	4,8	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,4
Trucha arco iris	1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	3,3	<0,5	<0,5	3,1	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	2,7
2001															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	0,11	<0,1	5,6	<0,3	<0,2	11	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,5
Carpa	1	<0,2	<0,2	<0,10	<0,1	6,2	<0,3	<0,2	9,3	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	0,8	0,5
2002															
Pejerrey bonaerense	22	<0,2	<0,2	0,7	<0,1	12,0	2,1	<0,2	18	<0,05	<0,2	2,0	<0,3	<0,15	0,7
Carpa	7	<0,2	<0,2	0,5	<0,1	12,7	1,8	0,7	48	<0,05	<0,2	1,9	<0,3	<0,15	1,0
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	0,7	<0,1	2,6	1,7	<0,2	4,0	<0,05	<0,2	1,9	<0,3	<0,15	<0,4
2003															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	0,2	<0,1	13,0	1,7	0,7	9,0	<0,05	<0,2	0,6	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	2	<0,2	<0,2	0,3	<0,1	6,6	1,3	0,5	45	0,38	<0,2	0,6	<0,3	<0,15	<0,4

Tabla VII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2004															
Pejerrey bonaerense	23	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	11 $\pm$ 2	0,7 $\pm$ 0,1	<0,2	56 $\pm$ 6	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	9	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,7 $\pm$ 1,1	4,2 $\pm$ 1,1	<0,2	72 $\pm$ 8	0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Trucha arco iris	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	30 $\pm$ 2	3,3 $\pm$ 0,8	<0,2	179 $\pm$ 14	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2005															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,0 $\pm$ 1,2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	5,7 $\pm$ 1,2	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	7,1 $\pm$ 1,1	3,3 $\pm$ 0,8	<0,2	7,1 $\pm$ 1,3	0,32 $\pm$ 0,03	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,6 $\pm$ 1,3	0,8 $\pm$ 0,1	<0,2	4,1 $\pm$ 0,9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4

# ANEXO VIII

---

## HIDROCARBUROS AROMATICOS POLI NUCLEARES EN MUSCULO DE PECES

Hoja en Blanco

Tabla VIII.1. HAPs en músculo dorsal de diferentes especies de peces ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000											
Perca bocona	2	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,0400	<0,04000	<0,040
Perquita espinuda	7	0,344	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0475	0,0206	0,0659	0,0902	<0,040
Bagre otuno	1	0,344	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0475	0,0206	0,0659	0,0902	<0,040
2001											
Perquita espinuda	15	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2002											
Perquita espinuda	6	0,0181	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,022	0,023	<0,040	<0,040	<0,040
Pejerrey bonaerense	22	0,241	<0,010	<0,010	<0,010	0,027	<0,010	0,030	<0,040	<0,040	<0,040
2003											
Perquita espinuda	22	0,239	<0,010	0,013	0,017	0,122	0,013	0,049	0,059	0,083	<0,040
Pejerrey bonaerense	9	0,500	<0,010	<0,010	0,019	0,112	<0,010	0,102	0,094	0,077	<0,040
Bagre otuno	2	0,203	<0,010	<0,010	0,026	0,195	0,013	0,052	0,083	0,137	0,060



Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000											
Perca bocona	2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perquita espinuda	7	<0,010	0,090	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bagre otuno	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001											
Perquita espinuda	15	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	1	<0,010	0,090	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002											
Perquita espinuda	6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pejerrey bonaerense	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2003											
Perquita espinuda	22	0,018	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pejerrey bonaerense	9	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010
Bagre otuno	2	0,030	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010



Tabla VIII.2. HAPs en músculo dorsal de diferentes especies de peces ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) capturadas en el embalse Casa de Piedra (cola) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000											
Pejerrey bonaerense	23	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Trucha arco iris	1	0,0289	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2001											
Pejerrey bonaerense	20	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Carpa	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2002											
Carpa	22	0,044	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	1	0,099	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2003											
Pejerrey bonaerense	20	0,209	<0,010	<0,010	0,012	0,072	<0,010	0,041	0,048	0,053	<0,040
Carpa	2	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	0,025	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040



Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[k] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000											
Pejerrey bonaerense	23	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Trucha arco iris	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001											
Pejerrey bonaerense	20	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002											
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2003											
Pejerrey bonaerense	20	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010



# ANEXO IX

---

## **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, SALES Y CONCENTRACIONES IONICAS**

Hoja en Blanco

Tabla IX. 1. Promedio de medias mensuales de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Sales (ppm) y Concentraciones iónicas de registros obtenidos en el período 2006 en diferentes estaciones sobre los ríos Grande, Barrancas y Colorado.

Río	Estación	Conduct. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sales mg/L	Bicarb. meq/L	Carb. meq/L	Cloruros meq/L	Sulfatos meq/L	Sodio meq/L	Potasio meq/L	Calcio meq/L	Magnesio meq/L
Grande	La Gotera	812	512	1,203	n/d	3,341	3,286	3,268	0,051	3,941	0,466
Barrancas	Barrancas	516	319	1,238	n/d	2,099	1,567	2,044	0,056	2,288	0,416
Colorado	Buta Ranquil	782	494	1,386	n/d	3,084	3,099	3,018	0,058	3,832	0,513
Colorado	Casa de Piedra	826	524	1,587	n/d	2,981	3,780	3,103	0,070	4,448	0,706
Colorado	Pichi Mahuida	859	545	1,634	n/d	2,990	3,797	3,174	0,074	4,425	0,703
Colorado	Paso Alsina	855	548	1,648	n/d	2,973	3,891	3,163	0,074	4,499	0,721

Tabla IX. 2. Promedio de medias mensuales de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Sales (ppm) y Concentraciones iónicas de registros obtenidos en el período 2007 en diferentes estaciones sobre los ríos Grande, Barrancas y Colorado.

Río	Estación	Conduct. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sales mg/L	Bicarb. meq/L	Carb. meq/L	Cloruros meq/L	Sulfatos meq/L	Sodio meq/L	Potasio meq/L	Calcio meq/L	Magnesio meq/L
Grande	La Gotera	952	595	1,033	n/d	4,345	3,816	4,208	0,057	4,318	0,616
Barrancas	Barrancas	585	354	1,094	n/d	2,687	1,566	2,695	0,062	2,345	0,393
Colorado	Buta Ranquil	887	553	1,22	n/d	3,909	3,246	3,863	0,065	3,751	0,702
Colorado	Casa de Piedra	844	531	1,587	n/d	3,114	3,625	3,251	0,064	4,281	0,681
Colorado	Pichi Mahuida	950	605	1,675	n/d	3,726	4,069	3,946	0,078	4,546	0,904
Colorado	Paso Alsina	947	614	1,656	n/d	3,720	4,280	4,011	0,079	4,500	0,894

Hoja en Blanco

# GLOSARIO

---

Hoja en blanco

## GLOSARIO

**Agua ultrapura Tipo I ASTM:** agua preparada por destilación, tratada por medio de una mezcla de resinas de intercambio iónico de manera que tenga una conductividad final máxima de 0,056  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y filtrada a través de una membrana de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. Es tipo de agua es utilizado en aplicaciones que requieren mínimas interferencias y máxima precisión y exactitud. Estas incluyen, entre otras, espectrofotometría de absorción atómica y de emisión de llama, análisis de metales traza, preparación de soluciones estándar y soluciones *buffer*.

**Agua Tipo IV ASTM:** agua preparada por destilación, intercambio iónico u ósmosis inversa y con una conductividad final máxima de 5,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Analito:** sustancia específica a ser determinada en un ensayo o análisis.

**Anfípodo:** artrópodo caracterizado por tener sus apéndices locomotores iguales.

**ANOVA: *Analysis of Variance*** (Análisis de la Varianza). El análisis de la varianza de una vía es una prueba estadística que permite comparar varios grupos de observaciones, todas las cuales son independientes entre sí y posiblemente tienen una media diferente para cada grupo. Permite decidir si las medias son iguales o no.

**ASTM:** sigla de *American Society for Testing and Materials*.

**Bentónico:** perteneciente al bentos.

**Bentos:** todos los organismos que viven en el fondo de un cuerpo de agua, ya sea en la superficie del mismo (epibentos) o bien enterrados en el sedimento (endobentos). Pueden ser vegetales (fitobentos) o animales (zoobentos).

**Biodisponible:** fracción del total de una sustancia química presente en el ambiente circundante que puede ser incorporada por organismos. El ambiente incluye agua, sedimentos de fondo, partículas suspendidas y alimentos.

**Biomarcador:** cambio inducido por un contaminante en los componentes bioquímicos o celulares de un proceso, estructura o función, el cual puede ser medido en un sistema biológico. El empleo de biomarcadores se basa en el concepto de que la toxicidad primaria de un contaminante generalmente se manifiesta a niveles bioquímicos y moleculares (cambios en actividades enzimáticas, ADN, etc.) y más tarde a niveles de organela, célula, tejido, organismo y eventualmente población.

**Biota:** conjunto de organismos (animales o vegetales) que viven en un área determinada.

**Blanco de campo:** blanco preparado con agua ultrapura (Tipo I ASTM) de calidad verificada, envasado en campo en un recipiente del mismo lote que va a ser utilizado para las muestras. Es sometido a los mismos procedimientos de preservación, condiciones y tiempo de almacenamiento que las muestras. Su objetivo es poner de manifiesto cualquier anomalía que pueda existir en el procedimiento de limpieza de los envases, introducción de contaminantes en la muestra por los conservantes (ácidos), manipulación de los envases en campo para la extracción y preservación de la muestra.

**Blanco de campo adicionado:** se prepara en campo adicionando una cantidad conocida de un estándar (trazable al Sistema Internacional de Unidades, SI) de la sustancia en estudio a un blanco de agua ultrapura (Tipo I ASTM), preparado de igual manera que el blanco de campo. Indica la recuperación de la sustancia adicionada en el análisis de laboratorio excluyendo los efectos de la matriz (producida por sustancias o materiales presentes en la muestra, diferentes del analito a medir). Si se analizan réplicas del blanco adicionado, se obtiene además un indicio de la precisión general que puede estar afectada por las operaciones de campo y analíticas.

**Columna de agua:** masa de agua comprendida entre la superficie y el fondo. Incluye los sólidos en suspensión.

**Conductividad eléctrica:** es una medida de la capacidad de una solución acuosa de transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, su movilidad, su valencia y de la temperatura a la cual se efectúa la medición. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad se expresa en milisiemens por metro (mS/m). En la práctica es más corrientemente el empleo de microsiemens por centímetros ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Control de Calidad:** técnicas operativas y actividades que son empleadas para cumplir con los requisitos de la calidad.

**Corer:** tubo de acrílico empleado para el muestreo de sedimentos de fondo. Permite extraer testigos que posibilitan el estudio de diferentes estratos.

**Cromatografía en fase gaseosa:** técnica analítica para la separación y cuantificación de sustancias químicas basada en las diferencias en la partición de las mismas entre una fase móvil (transportada en un flujo de gas) y otra estacionaria (contenida en un soporte empaquetado en una columna de gran longitud y pequeño diámetro, por la cual circula el flujo de gas). Una vez separadas las sustancias son identificadas mediante un detector, del cual existen diferentes tipos, entre ellos el de espectrometría de masas.

**Crustáceo:** artrópodos mandibulados de respiración branquial, poseen dos pares de antenas y presentan el cuerpo cubierto generalmente por un caparazón calcáreo, la cabeza y el tórax soldados formando un cefalotórax y las patas dispuestas unas para la prensión y otras para la locomoción.

**Draga Eckman:** dispositivo de acero inoxidable constituido por una caja que posee dos quijadas del mismo material en su parte inferior, que permiten el cierre para retener los sedimentos de fondo extraídos y la apertura para la descarga, homogeneizado y envasado de los mismos. La draga es operada desde una embarcación y el cierre es comandado desde la superficie mediante un mensajero (peso) que se deja caer guiado por el cable de acero que sujeta a la draga. Existen otros tipos de dragas empleadas con el mismo fin.

**Ensayos ecotoxicológicos:** experimentos de laboratorio utilizados para evaluar los efectos tóxicos potenciales de muestras de agua o sedimentos de un cuerpo receptor sobre los organismos vivos. Los efectos se evalúan a través de la observación en poblaciones de los organismos de ensayo de variables establecidas (mortalidad, reproducción, crecimiento, etc.).

**Ensayo toxicológico crónico:** estudio crónico en el cual todos los estadios de la vida de un organismo son expuestos a un material en ensayo. Generalmente, un ensayo durante el ciclo de vida involucra el ciclo reproductivo completo del organismo. Un ensayo durante un ciclo de vida parcial incluye las partes del ciclo de vida que se han observado como especialmente sensibles a la exposición a una sustancia química.

**Espectrometría de absorción atómica:** técnica analítica basada en el empleo del espectro de absorción de átomos aislados para determinar concentraciones de elementos.

**Espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo:** técnica analítica basada en el empleo de plasma (gas neutro parcialmente ionizado). El gas empleado es el argón y la energía que lo mantiene en funcionamiento es transmitida inductivamente mediante una bobina por la que circula radiofrecuencia. La muestra en aerosol es introducida por medio de un inyector en la parte central del plasma, en la cual existen temperaturas muy elevadas. De esta manera, los elementos presentes en la muestra son ionizados y posteriormente analizados mediante un detector.

**Espectrometría de masas:** técnica analítica basada en el empleo del movimiento de iones en campos eléctricos y magnéticos para clasificarlos de acuerdo a su relación masa-carga. Por medio de esta técnica las sustancias químicas se identifican separando los iones gaseosos en campos eléctricos y magnéticos. La espectrometría de masas provee información cualitativa y cuantitativa sobre la composición atómica y molecular de materiales inorgánicos y orgánicos.

**Estándar (de medición):** estándares físicos o químicos empleados para propósitos de calibración o validación tales como: drogas de pureza establecida y sus correspondientes soluciones de concentración conocida, pesas patrón, etc. Los materiales de referencia son una categoría de estándares de medición.

**Exactitud:** concordancia entre un valor medido y el valor aceptado o "verdadero". Se expresa por el error porcentual (E%) que es el cociente de

la diferencia entre el valor medido y el valor aceptado o "verdadero" y el valor verdadero, expresado como porcentaje.

**Estándar trazable al Sistema Internacional de Unidades (SI):** estándar cuyo valor puede ser relacionado al/los patrón/es correspondiente/s del Sistema Internacional de Unidades a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

**Factor de cobertura ( $k$ ):** factor numérico usado como multiplicador de la incertidumbre estándar combinada para obtener la incertidumbre expandida para un determinado nivel de confianza. Habitualmente, para una distribución normal, se usa un factor de cobertura ( $k$ ) = 2, para dar un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

**Fracción recuperable total (metales):** concentración de un metal obtenida por digestión ácida débil de la muestra. Esta fracción es considerada biodisponible.

**Hidrocarburos alifáticos:** familia de compuestos constituidos por carbono e hidrógeno que forman cadenas abiertas (lineales o ramificadas) o cerradas y que pueden presentar o no dobles enlaces entre carbonos.

**Hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs):** grupo de sustancias químicas orgánicas que poseen una estructura formada por dos o más anillos bencénicos fusionados. Los anillos bencénicos están constituidos por cadenas hidrocarbonadas cerradas formando ciclos en los cuales se alternan uniones dobles y simples entre átomos de carbono vecinos. Los HAPs con dos a cinco anillos bencénicos son los de mayor significación ambiental y para la salud humana.

**Incertidumbre de medición:** parámetro asociado con el resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden ser atribuidos al mesurando.

**Incertidumbre estándar ( $u$ ):** Incertidumbre del resultado de una medición expresada como desviación estándar.

**Incertidumbre estándar combinada ( $u_c$ ):** Incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando este resultado es obtenido a partir de los valores de otras magnitudes; se caracteriza por el valor numérico obtenido aplicando el método usual para la combinación de varianzas, de modo tal que la incertidumbre combinada y sus componentes se expresan en la forma de desviaciones estándar.

**Incertidumbre expandida ( $U$ ):** incertidumbre estándar (incertidumbres estándar combinadas) multiplicadas por un factor de cobertura  $k$  para dar un nivel de confianza particular.

**Límite de cuantificación del método (LCM):** es la concentración por encima de la cual pueden obtenerse resultados cuantitativos con un nivel de confianza especificado.

**Macrófita:** planta vascular grande especialmente de un cuerpo de agua, enraizada o flotante.

**Material de Referencia:** un material o sustancia en la cual una o más de sus propiedades son suficientemente homogéneas y han sido bien establecidas como para ser usado para la calibración de un aparato, la evaluación de un método de medición o para la asignación de valores a materiales.

**Material de referencia certificado:** material de referencia, acompañado de su correspondiente certificado, del cual una o más de sus propiedades se establecen con valores certificados mediante un procedimiento, el cual establece su trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual los valores de la propiedad son expresados, y para los cuales cada valor certificado posee una incertidumbre asociada, definida con un nivel de confianza establecido.

**Metal pesado:** metales de densidad mayor que  $4,5 \text{ g/cm}^3$  y relativamente elevada masa atómica. El término también designa un grupo de metales que presentan marcada toxicidad para los organismos vivos. También se los denomina elementos traza.

**Metaloides:** grupos de elementos químicos cuyas propiedades son intermedias entre los metales y los no metales.

**Muestra fortificada:** muestra a la cual se le ha adicionado cantidades conocidas de los analitos de interés y que se emplea para medir los efectos de la matriz de la muestra puede tener sobre los métodos analíticos (usualmente sobre la recuperación del analito).

**Monitoreo:** observación periódica y sistemática de niveles de contaminantes en el ambiente.

**Nivel de Efecto Probable:** nivel por encima del cual se espera que ocurran frecuentemente efectos adversos.

**pH:** valor que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Se define como el logaritmo negativo de la actividad del ión hidrógeno.

**Plancton:** conjunto de organismos de pequeño tamaño (protozoarios y algas microscópicas) que viven en suspensión en las aguas (marinas o continentales) y constituyen los primeros eslabones de las cadenas tróficas.

**Precisión:** denota la concordancia entre los valores numéricos de dos o más mediciones realizadas sobre una misma muestra homogénea bajo las mismas condiciones. El término se emplea para describir la reproducibilidad de la medición o del método. Puede ser expresada mediante la desviación estándar.

**Recuperación:** habitualmente expresada como porcentaje (%R), expresa la relación entre la concentración de una sustancia adicionada a una muestra y la concentración hallada por medio del análisis.

**Réplica:** es una muestra repetida de la matriz en estudio. Se obtiene por división de una muestra (dos o más veces) en alícuotas separadas. Tiene por objeto medir la precisión general de las operaciones de muestreo y de los métodos analíticos empleados.

**Réplica adicionada:** se prepara en idénticas condiciones que la anterior pero adicionándole una cantidad conocida de la sustancia en estudio. Mide la recuperación y la precisión general afectada por las operaciones de campo y analíticas más el efecto de la matriz.

**Sedimentos:** material fragmentado, que proviene de la meteorización de las rocas y que es transportado principalmente por el agua y el aire o es generado por otros procesos tales como precipitación la química o la excreción por organismos. El término se aplica usualmente al material en suspensión en agua o recientemente depositado del estado suspendido.

**Sedimentos de fondo:** sedimentos que constituyen el lecho de un cuerpo de agua corriente o estancado.

**Sonicación:** técnica aplicada en la preparación de muestras (desagregación, homogeneización, reducción del tamaño de partícula, etc.) para su posterior análisis basada en el empleo de energía ultrasónica.

**Sustancia tóxica:** sustancia capaz de producir algún efecto nocivo en un sistema biológico, daño a sus funciones o la muerte. Desde el punto de vista de la preservación y utilización de los cuerpos de agua superficiales, se puede definir que una sustancia se vuelve tóxica cuando está presente en el medio ambiente acuático (columna líquida, sedimentos u organismos acuáticos) en concentraciones que interfieren con un uso deseable del recurso hídrico por su impacto negativo sobre la salud humana o sobre el ecosistema acuático.

**Toxicidad crónica:** efecto que involucra un estímulo que se mantiene durante un tiempo prolongado (varias semanas a años), dependiendo del ciclo reproductivo de las especies acuáticas. Los efectos tóxicos crónicos se manifiestan por respuestas biológicas de progreso relativamente lento y larga duración.

**Trazabilidad:** propiedad del resultado de una medición o el valor de estándar por el cual el mismo puede ser relacionado a referencias establecidas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, a las cuales se les puede asignar una incertidumbre.

**Valor guía:** concentración numérica límite o enunciado narrativo recomendado para sostener y mantener un uso del agua detmiando (o de otro compartimento del ambiente acuático, tal como sedimentos de fondo)

**Zooplancton:** animales (principalmente microscópicos) que flotan en la columna de agua (algunos pueden desplazarse pequeñas distancias en busca de alimento).

## Bibliografía

- APHA, AWWA, WEF, 1999, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20<sup>th</sup> ed.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2002, *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Introduction– Canadian Environmental Quality Guidelines*.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1993, *Guidance Manual on Sampling, Analysis, and Data Management for Contaminated Sites – Volume I: Main Report – Glossary* – Report CCME EPC-NCS62E.
- CCREM (Canadian Council of Resources and Environment Ministers), 1986, *Canadian Water Quality Guidelines – Glossar*
- Cortada de Kohan, N., Carro, J.M., 1978, *Estadística Aplicada, séptima edición*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, EUDEBA, Buenos Aires.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring – General Glossary* - Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Notario.
- ISO), 1993, *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*.
- Salas, H.J., Dos Santos, J.L., Fernicola, N., 1987, *Manual de Evaluación y Control de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales*, CEPIS, OPS, OMS.

Hoja en Blanco

## **Agradecimientos**

---

Administración Provincial del Agua de la Provincia de La Pampa, por la operación de la estación meteorológica que opera en el Puesto Caminero de Casa de Piedra, según convenio COIRCO – APA.

Departamento Provincial de Aguas de la Provincia de Río Negro, por la operación de las estaciones pluviométricas de Catriel y El Gualicho, según convenio COIRCO – DPA.

Ente Casa de Piedra, por el suministro de información diaria de la erogación del caudal desde el embalse, según Norma de Manejo de Aguas.

Ente Provincial del Río Colorado, Provincia de La Pampa, por el suministro de los registros diarios de conductividad eléctrica en Puente Dique – Punto Unido

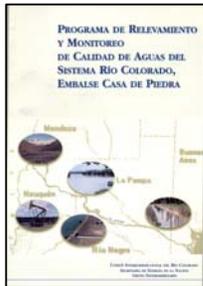
Repsol YPF y Petrobras SA por el financiamiento del Programa de Calidad de Aguas

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, por registros hidrológicos del río Colorado en la estación Buta Ranquil

Universidad Nacional de Luján – Laboratorio de Estudios Ecotoxicológicos, Monitoreos Ambientales, Laboratorio CIC y Laboratorio Segemar – Intemin, por el esmero y dedicación en la ejecución de las tareas asignadas en el presente Programa de Calidad de Aguas del Medio Acuático

Hoja en Blanco

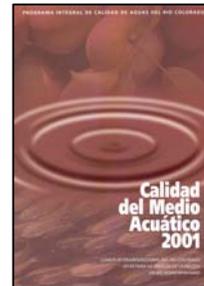
Programa de Calidad del Medio Acuático  
 Ciclos disponibles en el sitio web [www.coirco.gov.ar](http://www.coirco.gov.ar)



1997 – 1998



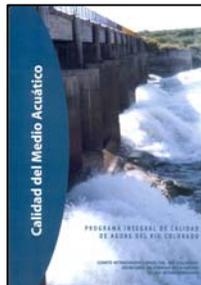
1999 – 2000



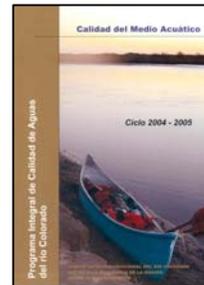
2001



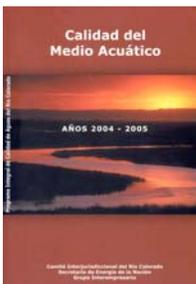
2002



2003



2004 – 1º S. 2005



2004 – 2005



2006



2006

Armado y diseño  
Gerencia Técnica COIRCO  
Diciembre 2008

Rearmado digital Enero 2010

Hoja en blanco

**Comité Interjurisdiccional del Río Colorado**

**Sede Operativa: Belgrano 366  
(B8000IJH) Bahía Blanca - Argentina  
Tel./ Fax (0291) 455-1054 / 3054  
[coirco@coirco.gov.ar](mailto:coirco@coirco.gov.ar) - [www.coirco.gov.ar](http://www.coirco.gov.ar)**