



**Programa:** Monitoreo de Cuerpos Receptores.

**Subprograma:** Estuario de Bahía Blanca.

**Objetivos del Subprograma:** Mantener un sistema de vigilancia de la calidad ambiental del Estuario. Disponer de un sistema de información de los aspectos químicos, físicos, biológicos, microbiológicos, y de impacto ambiental para la preservación de la calidad ambiental del Estuario de Bahía Blanca.

**Responsables C.T.E.:** Bqca. Marcia Pagani, Bqco. Leandro Lucchi, y Lic. Sergio Vega.

**Período:** Enero a Diciembre de 2012.



## Resumen el Plan de trabajo

En la siguiente tabla se detallan las tareas desarrolladas para este subprograma:

	<b>Tareas</b>	<b>Página</b>
1.	Campañas oceanográficas y muestreos.....	3
2.	Informe de resultados.....	6
	Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos	
	Sustancias potencialmente contaminantes	
	Parámetros microbiológicos	
3.	Monitoreos de aportes no industriales.....	47
	Descargas pluviales	
4.	Otros Monitoreos.....	51
	Descarga cbacal de la 1 <sup>ra</sup> Cuenca	
	Descarga cbacal de la 3 <sup>ra</sup> Cuenca	
	Evaluación del impacto en zona interna del estuario	
5.	Conclusiones generales.....	60

## 1. Campañas oceanográficas y muestreos

Las campañas y muestreos estuvieron a cargo del Comité Técnico Ejecutivo, utilizando las embarcaciones del Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca en sus salidas programadas para monitoreo del canal principal de navegación y sitios de amarre.

Las muestras fueron derivadas a los siguientes laboratorios según el tipo de análisis requerido:

**Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI) – CERZOS/UNS:** para la determinación de metales pesados en agua, sedimento y peces.

**Laboratorio del Instituto de Investigaciones Bioquímicas Ba. Bca. – CONICET:** para la determinación de pesticidas organoclorados en sedimento marino.

**Laboratorio de Microbiología General e Industrial y de los Alimentos de la U.N.S.:** para el recuento de indicadores bacterianos, *Escherichia coli* en agua de mar y bacterias degradadoras de hidrocarburos en sedimentos marinos.

**Laboratorio del Comité Técnico Ejecutivo:** a cargo de la toma de muestra, de las determinaciones fisicoquímicas in situ, y del análisis de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimento.

### • Estaciones de monitoreo

Estación	Ubicación
E 1	Boya 26 (frente a Villa del Mar)
E 2	En proximidades del desagüe cloacal 1 <sup>ra</sup> cuenca.
E 3	Puerto de Ingeniero White
E 4	Puerto Galván (posta de inflamables).
E 5	En proximidades de descarga Polo Petroquímico.
E 6	Canal Maldonado (zona de desagüe cloacal 3 <sup>ra</sup> cuenca y frente al ex basural Belisario Roldán)

En años previos se realizó el monitoreo de la estación **E7** (Puerto cuatreros), la cual no ha sido objetivo de muestreo durante este programa, pero fue considerada al realizar las evaluaciones y tendencias históricas para diferentes analitos.



**Plano de la ubicación de las estaciones de muestreo**

- **Campañas realizadas**

Se realizaron 4 campañas de muestreo en las cuales se recolectaron muestras de agua y sedimento, en los meses de: marzo, junio, septiembre y diciembre.

- **Parámetros analizados**

A. Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos.

En cada campaña se realizaron las mediciones de los siguientes parámetros oceanográficos:

In situ: temperatura, pH, turbidez y O<sub>2</sub> disuelto.

B. Sustancias potencialmente contaminantes.

- En agua de mar:
  - Metales: Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn y Hg disueltos en agua.
- En sedimentos superficiales:
  - Metales: Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn y Hg.
  - Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, PAHs: Se analizan los 15 PAHs considerados de importancia por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU, USEPA.
  - Pesticidas organoclorados.



- En peces:
  - Metales pesados en músculo e hígado de las especies capturadas.

C. Parámetros microbiológicos

- En agua de mar:
  - Búsqueda y cuantificación de *E.coli* como indicador de la contaminación fecal.
- En sedimentos superficiales:
  - Búsqueda y cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos.

## 2. Informes de resultados

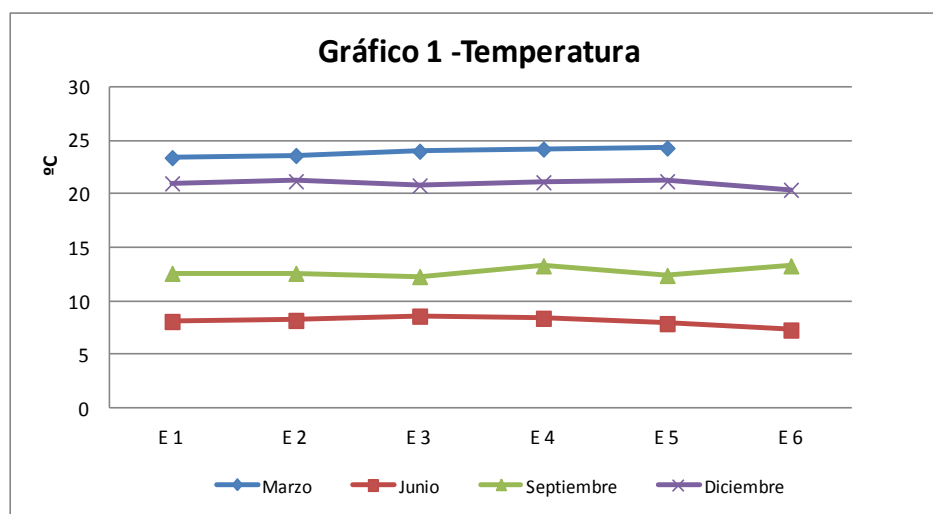
Se presentan a continuación los resultados oceanográficos y fisicoquímicos; las sustancias potencialmente tóxicas en agua, sedimento y peces; y los parámetros microbiológicos.

### a. Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos

#### Temperatura del agua

Los valores de temperatura que se han registrado durante este período de trabajo muestran una distribución homogénea para todas las estaciones de muestreo, y acordes a cada estación del año, según se observa en el gráfico 1 de temperatura.

Las temperaturas registradas oscilaron entre los 7,3 y 24,3 °C. Los valores de temperatura registrados durante este período son similares a los históricos registrados en monitoreos previos desde el 2002 al 2011.

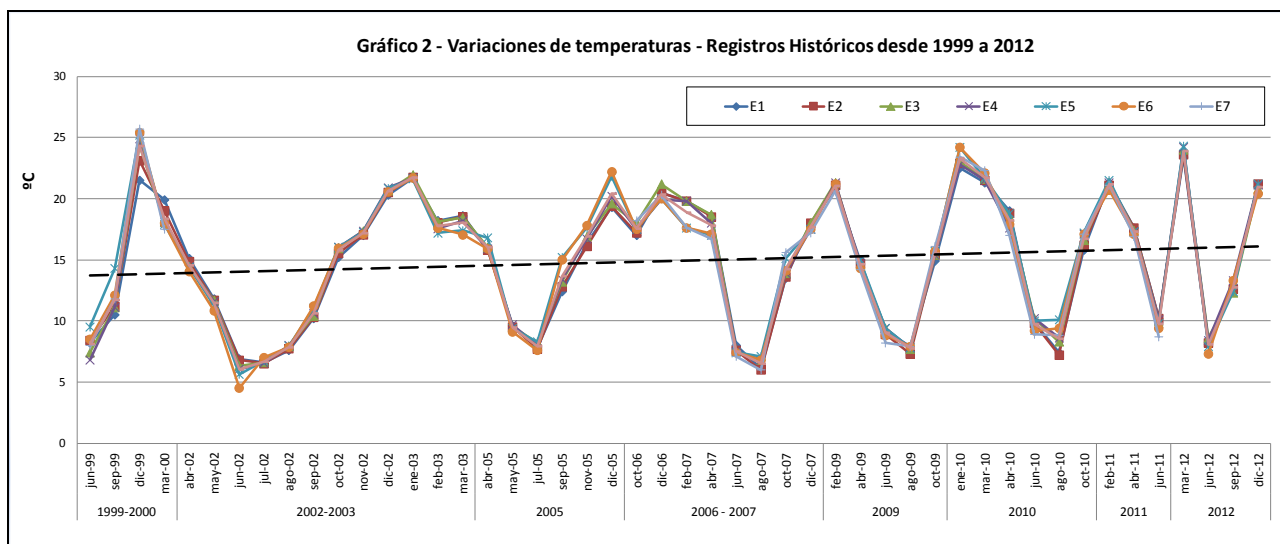


Del análisis de los valores de temperaturas registrados durante las campañas de 1999<sup>1</sup> hasta el período 2012, se observa en el gráfico 2 la serie temporal de datos, los cuales presentan una tendencia creciente para todas las estaciones de monitoreo. Los mismos comentarios sostiene el IADO manifestando en informes previos que existe un evidente incremento de la temperatura que está generando un leve calentamiento del sistema.

Este incremento se corresponde también con las observaciones realizadas por científicos en otros ambientes del mundo que señalan un lento calentamiento de los océanos por factores climáticos y

<sup>1</sup> Datos de la Cámara Regional de la Industrial

de las observaciones realizadas por otras agencias internacionales (NOAA) que estudian las variaciones oceanográficas y atmosféricas; pero debemos considerar que estos cambios se refieren a una escala de tiempo muy corta. Es de destacar que a una escala geológica son varios los factores que determinan las variaciones de temperatura y existen estudios que muestran períodos de calentamiento y otros de enfriamiento a lo largo de la historia de la tierra.<sup>2</sup>



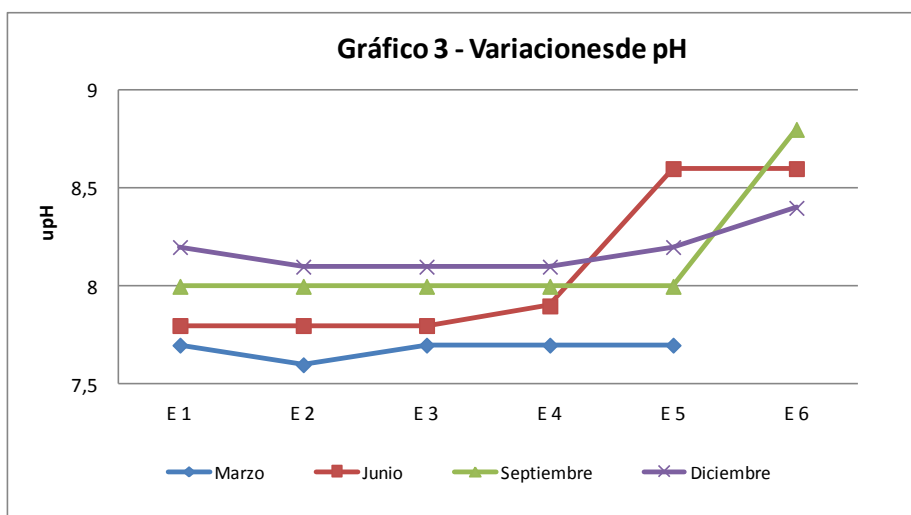
## pH del agua

Los valores de pH que se registraron durante las campañas realizadas en el período estudiado mostraron una distribución homogénea a lo largo de la grilla evaluada. Los valores de pH registrados variaron entre 7,6 upH y 8,8 upH, según se observa en el gráfico 3, con un promedio anual de 8,0 upH.

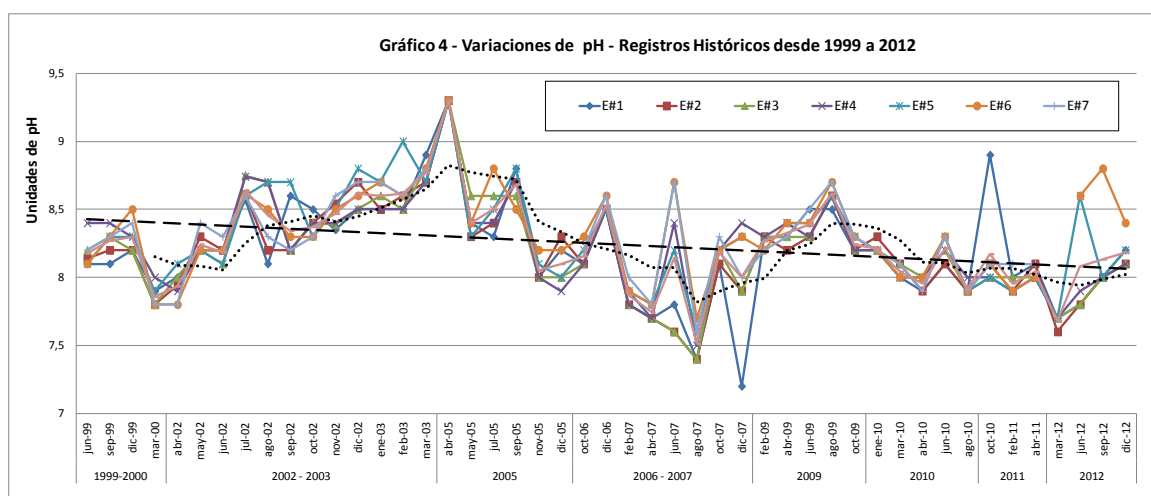
Puede observarse en el gráfico, una leve tendencia creciente hacia la zona interna del estuario.

Los valores de pH que se registraron en estas campañas son similares a los informados para etapas previas de este programa de monitoreo.

<sup>2</sup> <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/globalwarming/paleobefore.html>



Un análisis temporal de los valores de pH registrados durante las campañas de monitoreo en las 7 estaciones desde 1999 hasta el período 2012, puede observarse en el gráfico 4, que muestra una tendencia decreciente de éste parámetro. En el gráfico mencionado la línea segmentada representa la tendencia (decendente) de los registros, mientras que la línea de puntos, representa los valores promedios móviles.

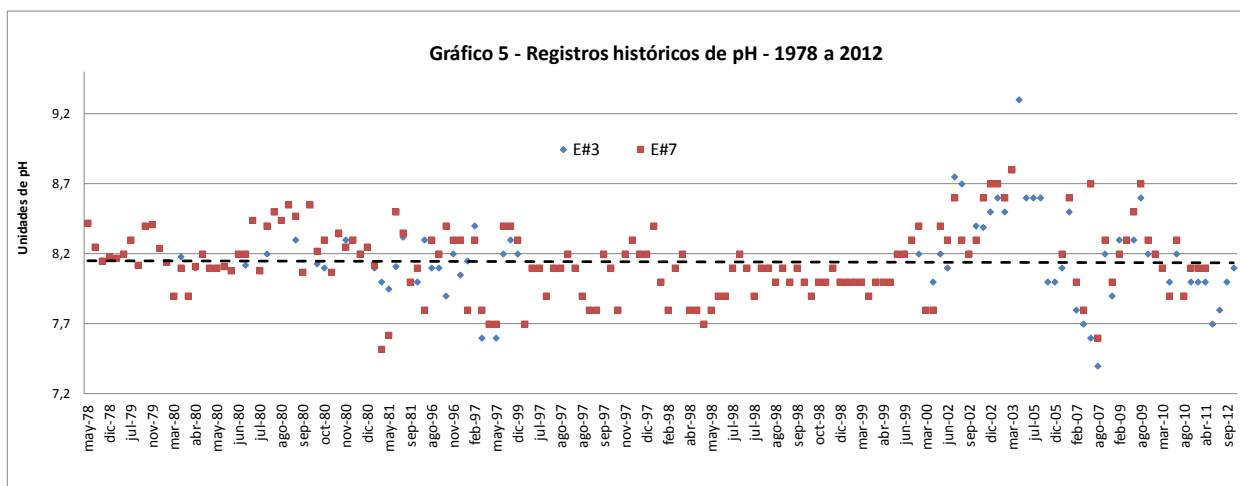


Este descenso de pH observado en el gráfico 4, resulta relativo al comparar una mayor cantidad de datos de años anteriores.

De esta manera puede observarse en el gráfico 5, los registros históricos desde el año 1978<sup>3</sup> a la fecha en las estaciones E3 y E7, donde los valores de pH si bien han sufrido fluctuaciones, mantienen una tendencia sostenida a lo largo de una media histórica (línea segmentada) con un valor estable de 8,15 upH.

<sup>3</sup> Rubén Freije *et al.* 1981 – Instituto Argentino de Oceanografía





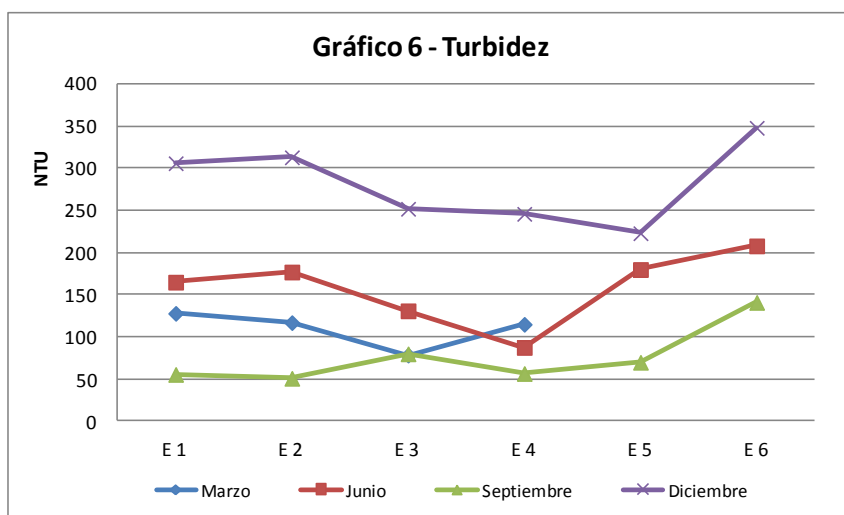
Esta disminución de pH observada en el gráfico 4, pueden explicarse en que los monitoreos sobre el estuario realizados por el IADO/CTE se iniciaron en el año 2002, momento en el cual comenzaba a registrarse incrementos de este parámetro, que se mantuvo hasta principio del 2005, para luego descender hasta alcanzar los valores históricos dentro de la media mencionada (8,15 upH). Sin embargo, en los informes previos realizados por el IADO, los investigadores sostienen que *"el aumento de pH es general y homogéneo, sin limitarse a ninguna estación de la grilla, por lo que debe asumirse la ocurrencia de un proceso global que lo está estimulando"*. En virtud de este último comentario es importante mantener un sistema de vigilancia continuo para determinar en qué grado varían las fluctuaciones y tendencias de pH observadas sobre este sistema.

## Turbidez del agua

Los valores de turbidez que se registraron durante las campañas realizadas en el período estudiado se mostraron variables a lo largo de la grilla de estaciones evaluadas, como se observa en el gráfico 6 de turbidez. Los valores registrados oscilaron entre 51 a 348 NTU.

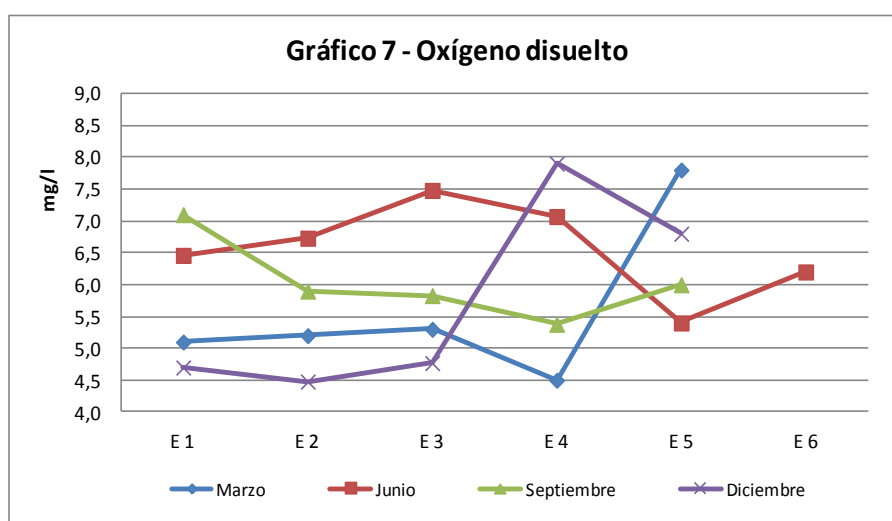
Diferentes factores pueden modificar los registros de turbidez: el florecimiento planctónico, la resuspensión de sedimentos por efecto de tormentas, dragado, refulado, descarga de efluentes, alteraciones en la circulación de las aguas, como puede observarse en el gráfico de turbidez la campaña de diciembre resultó elevada - en todas las estaciones - respecto a las otras campañas de muestreo, con un promedio de 281 (NTU) y un máximo de 348 (NTU), de todas maneras resulta similar a la campaña de febrero/2011, la cual había registrado un promedio de 245 (NTU) con un máximo de 539 (NTU), llamativamente ambos registros máximos fueron observados en la estación E6.

Asimismo, los valores del 2012 son similares a los informados para etapas previas de este Programa de Monitoreo.



### Oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto que se registraron durante las campañas realizadas en el período estudiado se mostraron variables a lo largo de la grilla de estaciones evaluadas. Los valores registrados oscilaron entre 4,5 a 7,9 mg/l. Ver gráfico 7.



La NOAA (1996 - NOAA's eutrophication survey) ha clasificado las muestras de calidad de agua como anóxicas cuando tienen 0 mg/l de oxígeno disuelto, hipóxicas si están por debajo de 2 mg/l y estresantes para la biota si están entre 2 y 5 mg/l.

Los valores del 2012 son similares a los históricamente reportados para este ambiente.

## b. Sustancias potencialmente contaminantes

### Metales disueltos en agua

La detección de metales disueltos en el agua es indicadora de ingreso reciente al sistema, ya que esta fase de los compuestos metálicos es sumamente efímera y es desplazada rápidamente hacia los otros compartimientos del sistema (por ej., material particulado en suspensión, sedimentos, organismos).

A los efectos de realizar estimaciones comparativas, resultan de utilidad los indicadores de referencia establecidos por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA, que diferencia dos niveles:

- **exposición aguda:** está referida a la concentración promedio para 1 hora de exposición. Señalamos que no existen niveles de concentración de referencia establecidos por la NOAA para menores períodos de exposición a 1 hora.
- **exposición crónica:** está referida a la concentración promedio para 96 horas de exposición (4 días). Tampoco existen niveles de concentración de referencia establecidos por la NOAA para mayores períodos de exposición a 96 horas.

Además utilizaremos como nivel guía comparativo el indicado por el Decreto 831/93, de la Ley 24091 de residuos peligrosos, que establece niveles guía de calidad de agua para protección de la vida acuática, en aguas saladas superficiales.

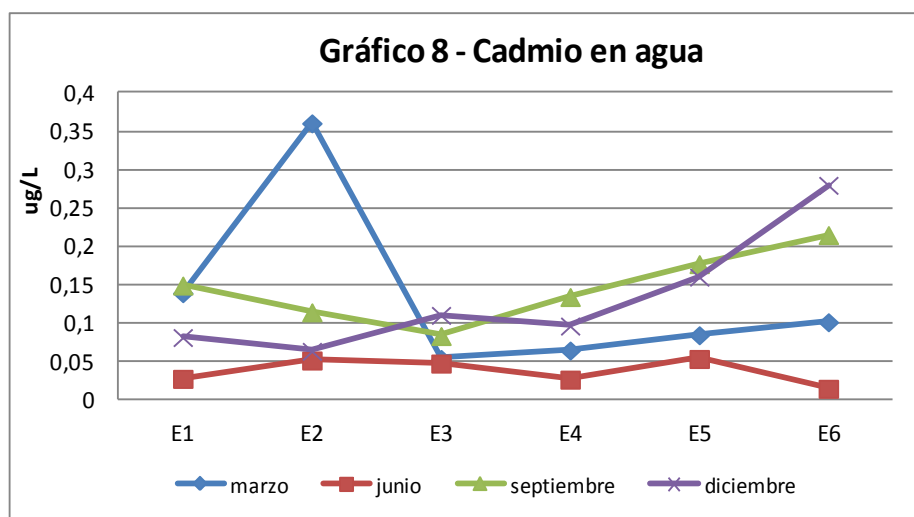
En la Tabla A, del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 68) se detallan los valores guías de la NOAA, y los del Decreto 831/93.

### Cadmio

En todas las campañas las concentraciones de cadmio resultaron mayores al límite de detección, los valores de cadmio en agua oscilaron entre 0,014 y 0,361 µg/L.

Es de destacar que el valor máximo hallado se produjo en la estación E2, en proximidades de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca, durante la campaña de marzo.

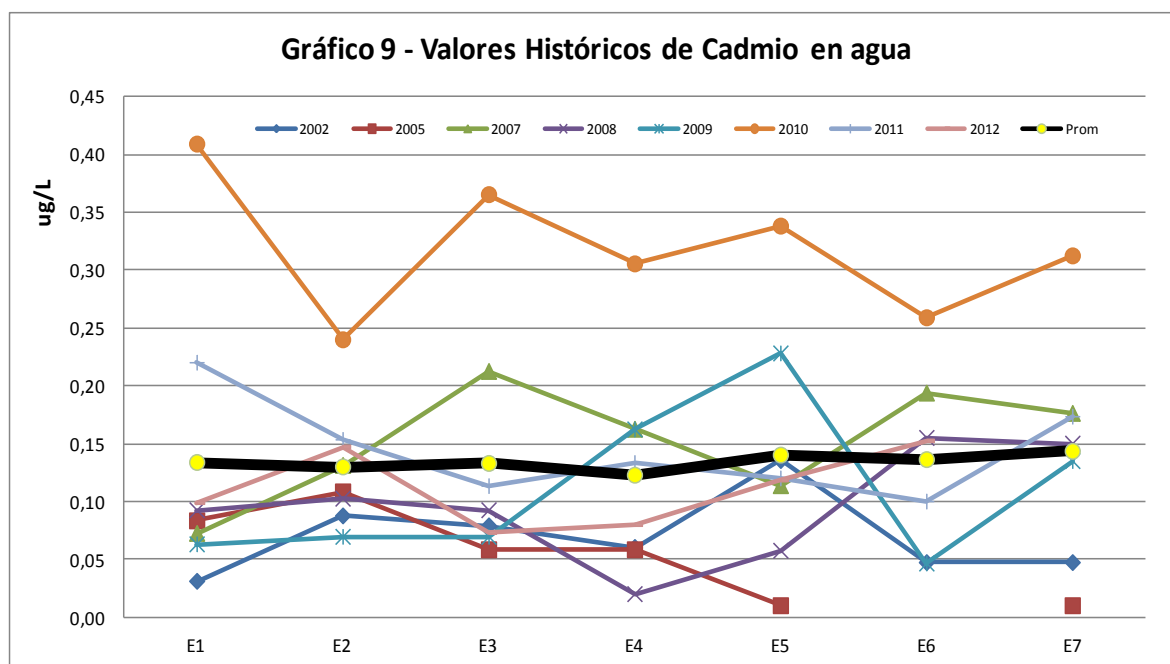
En el gráfico 8 puede observarse un ligero incremento de la concentración hacia la zona más interna del estuario, principalmente en las campañas de septiembre y diciembre.



Ninguno de los valores de cadmio, superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 8,8  $\mu\text{g/L}$ , ni el valor de 5  $\mu\text{g/L}$  que establece el Dto. 831/93.

En términos generales, las concentraciones de cadmio disuelto resultaron similares a los valores determinados en los programas anteriores (2002; 2005; 2007; 2009 y 2011), e inferiores a los determinados en el período 2010.

En el gráfico 9, puede observarse los valores promedios históricos (2002-2012) obtenidos durante las diferentes campañas de monitoreo.

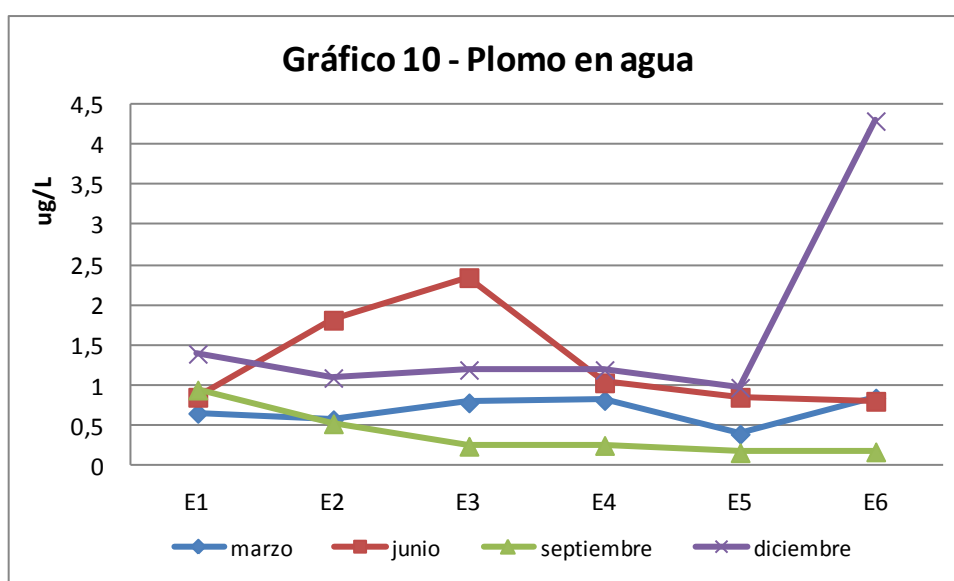


Se puede observar que la línea promedio histórica para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 0,130 y 0,143  $\mu\text{g/L}$ . Esta línea se mantiene estable a lo largo de todas las estaciones de muestreo.

En función de los valores observados, desde el CTE se ha continuado con el monitoreo de fuentes probables – industriales, pluviales y subterráneas – que pudieran aportar cadmio al estuario sin poder determinar el origen del mismo. Tampoco se determinó la presencia de cadmio en el monitoreo de las descargas cloacales (1<sup>ra</sup> y 3<sup>ra</sup> cuenca) de Bahía Blanca; y los resultados obtenidos en los pozos de monitoreo para el análisis de agua subterránea sobre el ex basural de Belisario Roldán, no han arrojado valores significativos que indiquen a este sitio como una de las fuentes que aporten cadmio al estuario, (Ver Subprograma de Aguas Subterráneas).

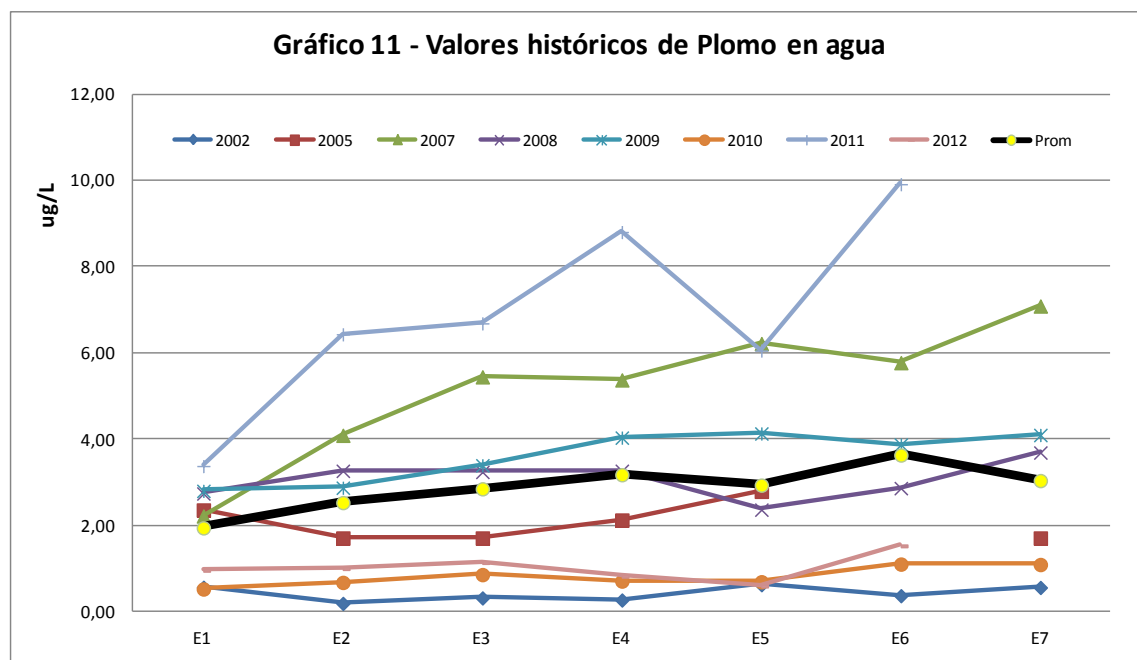
## Plomo

Se registraron concentraciones de plomo disuelto en el agua en todas las campañas realizadas, según se observa en el gráfico 10. Los valores registrados variaron entre 0,17 y 4,3  $\mu\text{g/L}$ . El valor máximo fué obtenido en la estación E6 de la campaña de abril.



En ninguna oportunidad se superaron los niveles guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 8,1  $\mu\text{g/L}$ , ni el que establece el Dto. 831/93 de 10  $\mu\text{g/L}$ .

Los valores promedios del 2012, resultaron entre los más bajos para los registros históricos que disponemos, alcanzando valores similares a los obtenidos en el 2002 y 2010, según se observa en el gráfico 11.



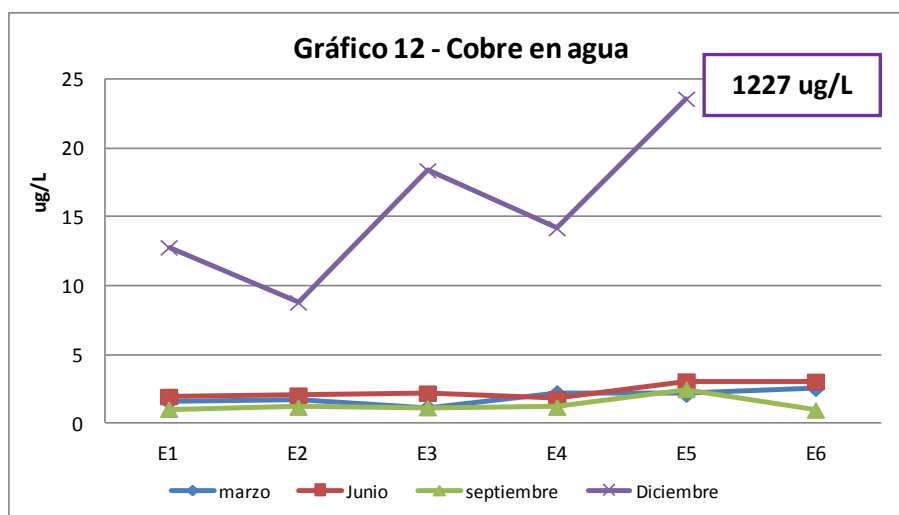
Se puede observar en el gráfico, que la línea promedio histórica para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 1,95 y 3,64 µg/L. Esta línea promedio tiene una ligera tendencia de incremento hacia la zona interna del estuario.

De la misma manera que con el cadmio, continuamos con los trabajos de monitoreo sobre las fuentes probables que aporten plomo a este sistema.

## Cobre

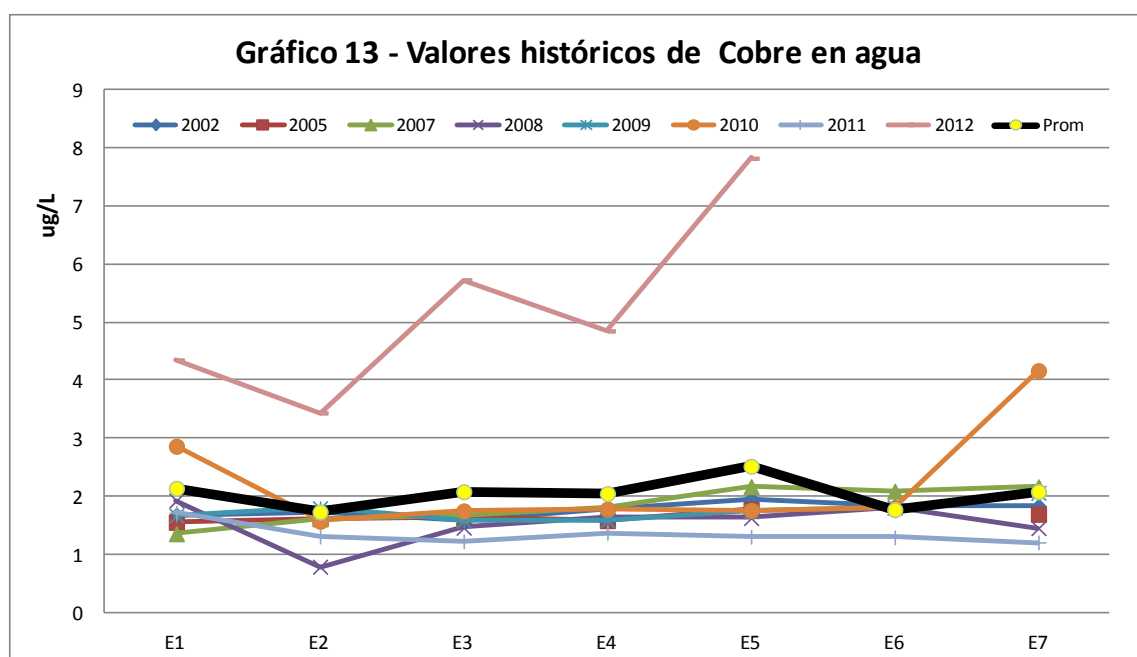
Se detectaron concentraciones de cobre en agua en todas las campañas del 2012. Los valores registrados variaron entre 0,98 y 23,60 µg/L. Se determinó en la campaña de diciembre un valor extremadamente alto en la estación E6 de 1227 µg/L, el cual resulta 3 órdenes de magnitud superior a la media histórica de este metal en esa estación y para el estuario en general. Este valor no está aún incorporado a la base de datos sin antes intensificar los monitoreos en el área para determinar si fue un valor atípico por una muestra no representativa y contaminada, ó si responde a un valor esperado para esa zona del estuario.

Los valores detectados durante la campaña de diciembre, fueron históricamente los más altos registrados, según se observa en el gráfico 12.



Durante la campaña de diciembre, todos los valores superaron el nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 3,1  $\mu\text{g/L}$ ; para "Exposición aguda" de 4,8  $\mu\text{g/L}$  y también el valor 4  $\mu\text{g/L}$  que establece el Dto. 831/93. En las restantes campañas de monitoreo, en ninguna oportunidad se superaron los niveles guías mencionados, y los valores oscilaron entre 0,98 y 3,08  $\mu\text{g/L}$ .

Los valores promedios del 2012 - fuertemente influenciados por la campaña de diciembre - resultan mayores a los informados en años precedentes, como se muestra en el gráfico 13.



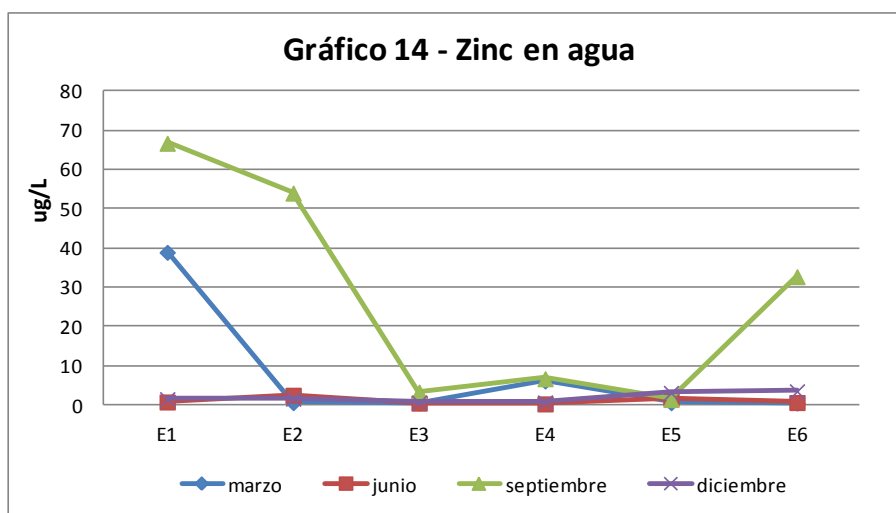
Se puede observar que la línea promedio histórica para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 1,73 y 2,51  $\mu\text{g/L}$ . Si bien esta línea se mantiene estable a lo largo de todas las estaciones de muestreo.

En función de estas observaciones, el CTE intensificará los muestreos en la zona cercana a la estación E6, señalando especialmente a la zona del ex basural, como fuente potencial de contaminación.

## Zinc

Se registraron concentraciones de zinc disuelto en el agua de la zona bajo estudio en todas las campañas realizadas. Los valores registrados para el período estudiado variaron entre niveles de 0,38 y 66,80  $\mu\text{g/L}$ .

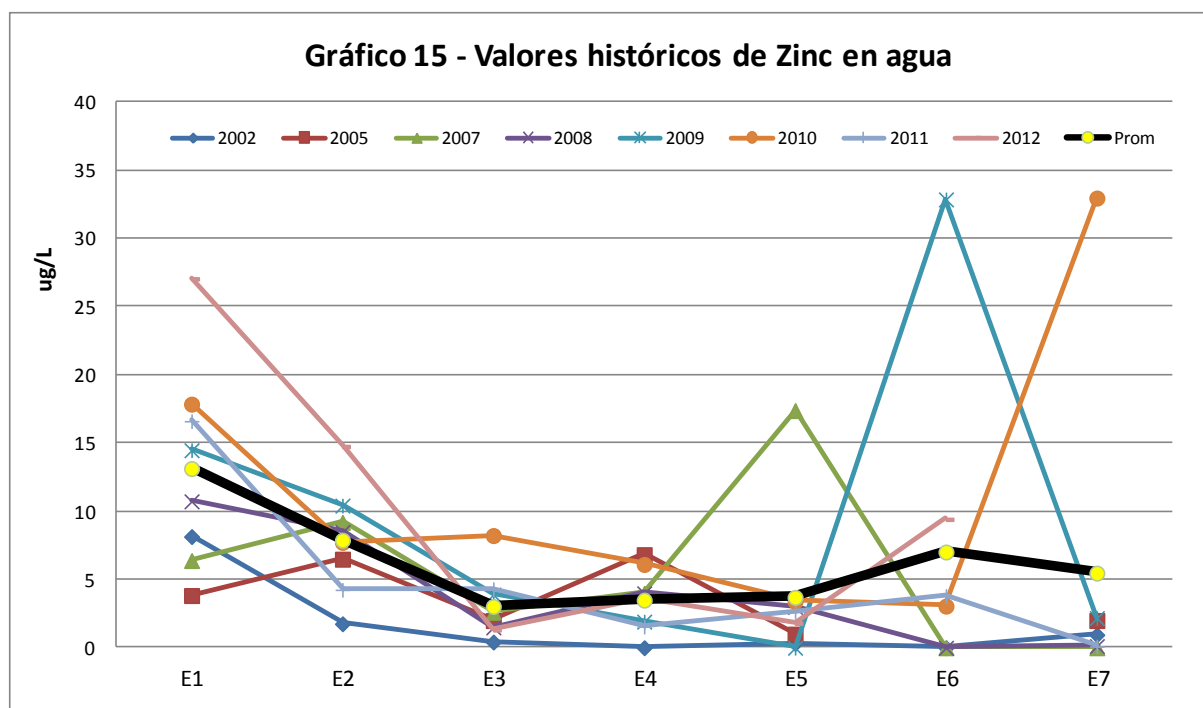
Como se observa en el gráfico 14, los valores obtenidos resultaron muy heterogéneos para el período de estudio, especialmente durante la campaña de septiembre.



El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica", de 81  $\mu\text{g/L}$ , no fue superado en ninguna oportunidad. El Decreto 831/93 establece que el nivel de referencia para el zinc es de 0,2  $\mu\text{g/L}$ . Al respecto todos los valores detectados en este período de monitoreo superan el nivel establecido por el mencionado Decreto.

Los valores promedios del 2012 resultan similares a los informados en años precedentes, excepto para la estación E1 en donde resultó mayor, según se muestra en el gráfico 15.



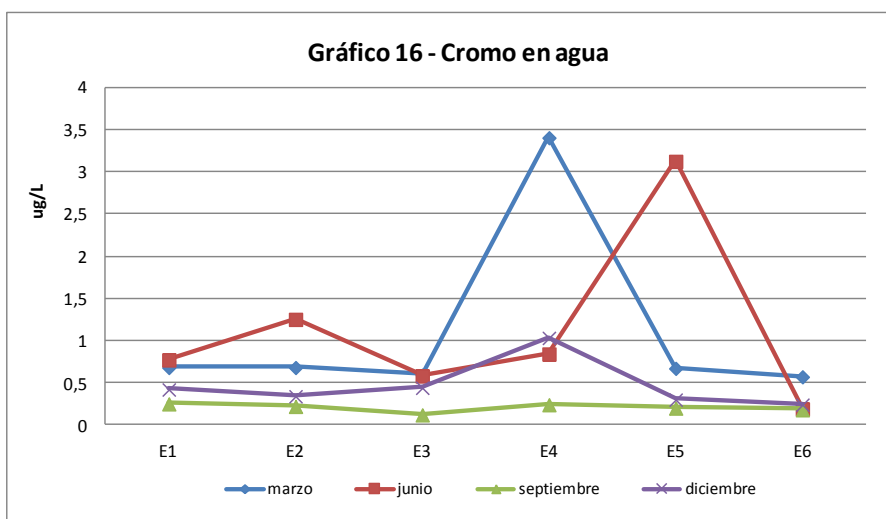


Se puede observar que la línea promedio histórica para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 3,04 y 13,15  $\mu\text{g/L}$ . Es de destacar que los valores promedios máximos se encuentran sobre las estaciones más externas del estuario, la E1 y E2.

El CTE continua con el monitoreo de fuentes probables – industriales, subterráneas, cloacales y pluviales que aporten zinc al estuario, y en todas ellas se detectan siempre bajas concentraciones de zinc. Cabe mencionar que este metal es propio de la corteza terrestre y aparece de manera natural en los cursos de agua.

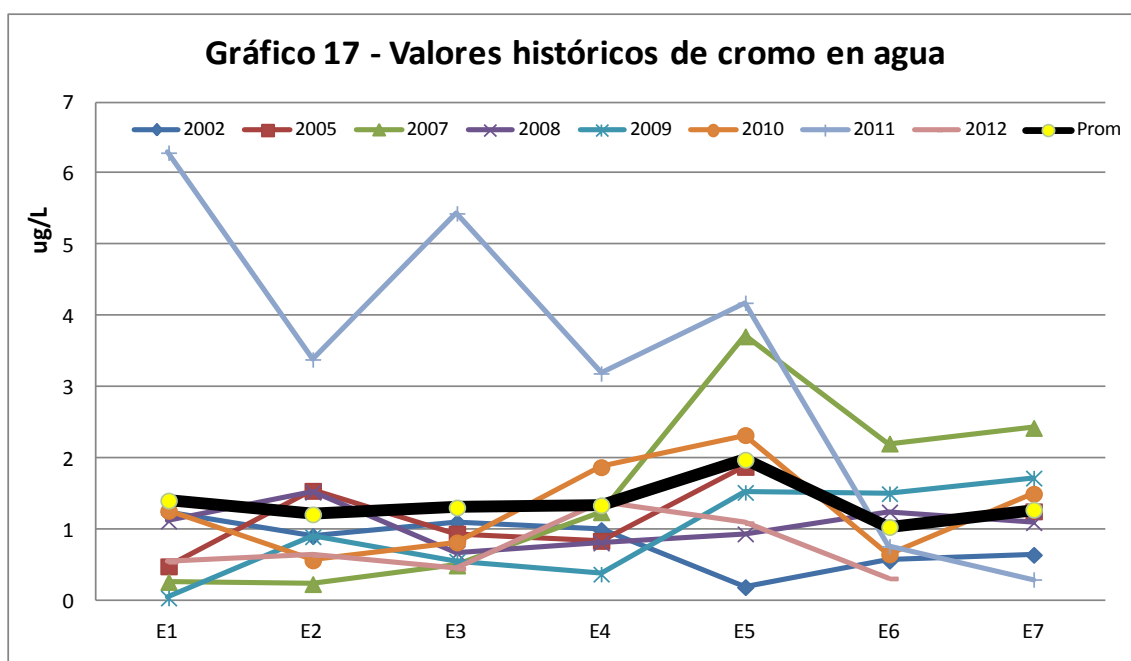
## Cromo

Se registraron concentraciones de cromo disuelto en el agua en todas las campañas realizadas. Los valores para el período estudiado variaron entre 0,13 y 3,41  $\mu\text{g/L}$ , y la distribución de valores a lo largo de las estaciones de muestreo pueden verse en el gráfico 16. La mayoría de los valores presentaron una tendencia homogénea, excepto dos de ellos, 3,41  $\mu\text{g/L}$  y 3,13  $\mu\text{g/L}$  detectados en la estación E4 en el mes de marzo y en la estación E5 durante el mes de junio, respectivamente.



No está establecido un valor guía de referencia de la NOAA ni del Dto. 831/93, para el cromo.

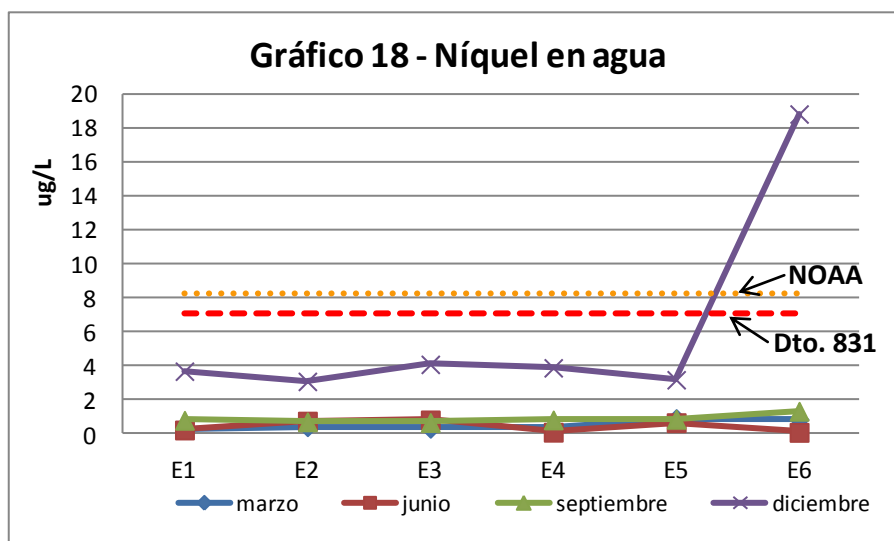
En el gráfico 17 se muestran los valores promedios históricos de este metal.



La línea de valores promedios históricos para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 1,03 y 1,97 µg/L. Es de destacar que los valores promedios máximos se encuentran en la estación E5.

## Níquel

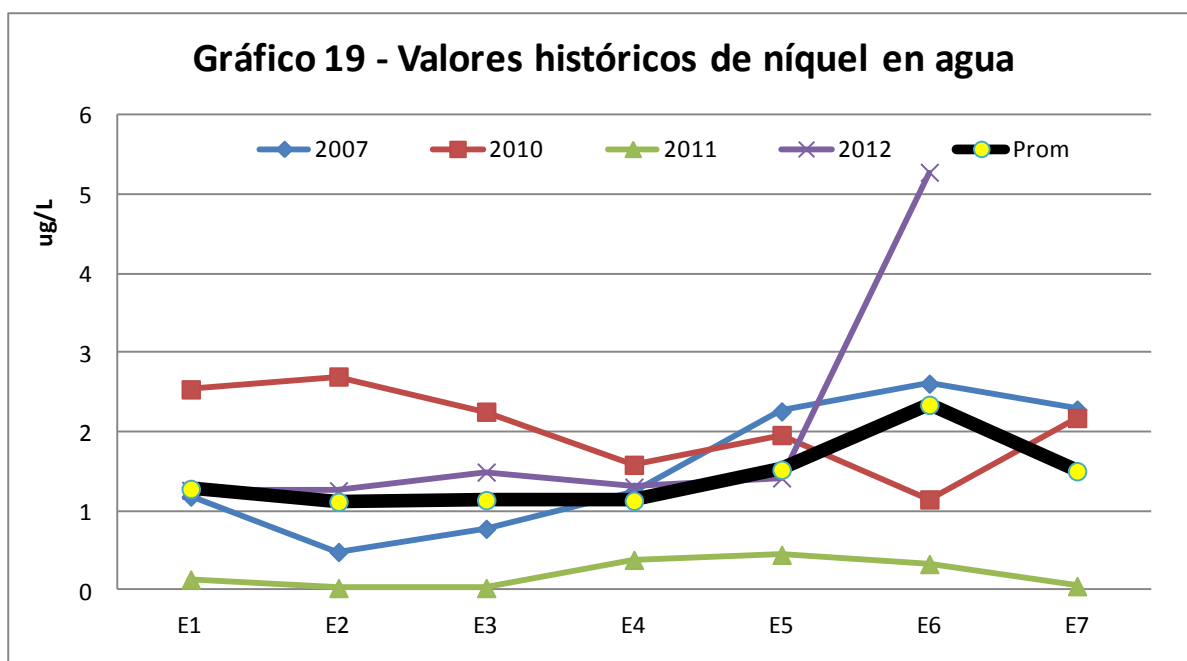
En todas las campañas de investigación realizadas se detectaron valores de níquel disuelto, los cuales presentaron niveles que oscilaron entre 0,11 y 18,80  $\mu\text{g/L}$ . Como puede verse en el gráfico 18, se detectó en la estación E6 un valor elevado en relación al resto, durante la campaña de diciembre.



El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica" y el establecido por el Decreto 831/93 solo fueron superados por el máximo valor determinado en la estación E6 durante la campaña de diciembre.

En términos generales, los valores de níquel resultaron similares a los detectados en campañas anteriores de monitoreo, exceptuando el valor máximo de la estación E6.

En el gráfico 19, podemos observar los valores promedios históricos de los últimos años de monitoreo.

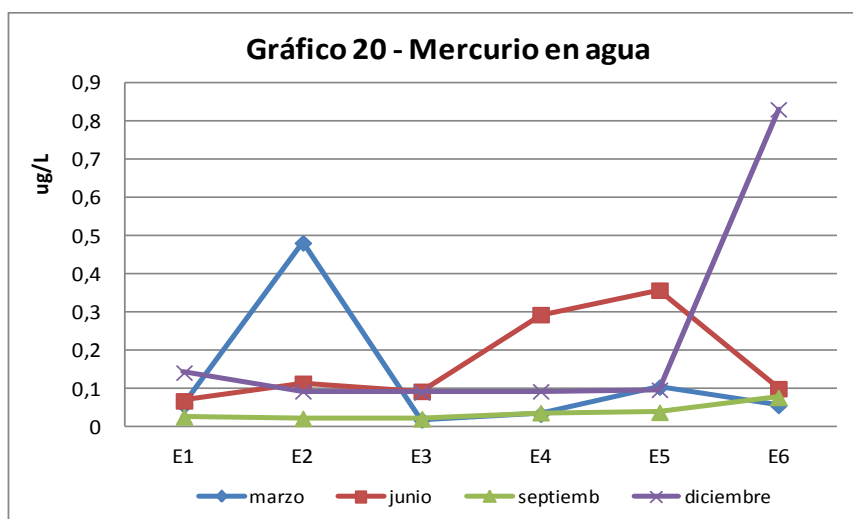


La línea de valores promedios históricos para la concentración de este metal disuelto en agua, oscila entre 1,12 y 2,34  $\mu\text{g/L}$ . Si bien el valor promedio máximo se encuentra sobre la estación E6, hay que mencionar que ese promedio queda fuertemente influenciado por el máximo valor detectado en diciembre del 2012.

## Mercurio

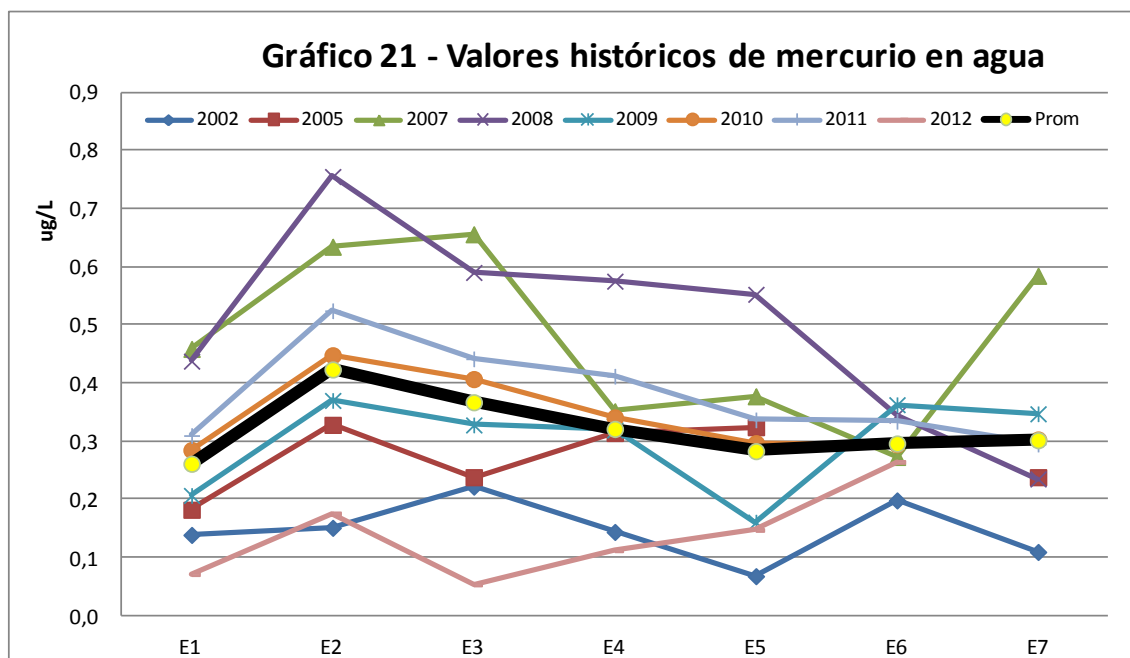
Se registraron concentraciones de mercurio disuelto a lo largo de toda la grilla de muestreo utilizada. Los valores de mercurio que se detectaron en este período variaron entre 0,016 y 0,830  $\mu\text{g/L}$ .

Los valores máximos fueron detectados aleatoriamente durante las campañas de muestreo, en los meses de marzo en la estación E2, en junio en las estaciones E4 y E5, y en diciembre en la E6. La distribución de valores puede observarse en el gráfico 20.



El nivel guía de referencia de la NOAA, para "Exposición crónica" ( $0,94 \mu\text{g/L}$ ), no fue superado, en lo que respecta al Decreto 831/93, el 29,1% de los datos supera el valor de  $0,1 \mu\text{g/L}$  establecido como nivel guía.

Los valores promedios de mercurio disuelto que se informan, se encuentran entre los más bajos registrados previamente por el IADO/CTE, y según se observa en el gráfico 21, los valores del 2012 están en el rango de los detectados durante el 2002.



La línea de valores promedios históricos para la concentración de mercurio disuelto en agua, oscila entre  $0,26$  y  $0,42 \mu\text{g/L}$ . Es de destacar que el valor promedio máximo se encuentra sobre la estación E2, en proximidades de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca.

## Metales en sedimento marino

El término sedimento se refiere a los depósitos en el fondo de los ecosistemas acuáticos compuestos de materiales de diversos tamaños, formas y mineralogía; originados de diferentes fuentes, terrígenas, biogénicas y autigénicas (*Canadian Council, 1999*).

El destino final y la ecotoxicología de los metales pesados en sistemas acuáticos dependen de varios aspectos fisicoquímicos y biológicos. La topografía, hidrología, biología y geología de las cuencas, así como los niveles de precipitación y el clima de la región determinan el amplio rango de condiciones químicas del agua. Además, la actividad humana agrega una cantidad de compuestos contaminantes que influyen en los sistemas acuáticos existentes. Sin embargo, uno de los principales procesos que controla la toxicidad de los metales es la afinidad y preferencia por los sólidos o la fase acuosa, cuando esta competencia favorece la fase acuosa - metal disuelto - la movilidad del metal y su potencial tóxico se incrementa.

La movilidad de los metales suele ser el resultado de procesos naturales y de las actividades del hombre, llegando estos metales a enriquecer los sedimentos marinos. También es importante considerar que las partículas suspendidas con contaminantes asociados pueden sedimentar a lo largo de los cursos de agua y convertirse en parte de los sedimentos, frecuentemente a algunos kilómetros de sus fuentes químicas de origen.

En general, los metales pesados, presentan concentraciones relativamente elevadas en los sedimentos superficiales de las zonas costeras explotadas por el hombre.

En los últimos años ha existido gran inquietud sobre el comportamiento de los metales pesados en los ambientes acuáticos, debido a su potencial peligro sobre una gran variedad de flora y fauna, como así también sobre la salud humana, ya que estos metales, a diferencia de otros compuestos tóxicos, no son biodegradables y pueden acumularse en los tejidos y concentrarse a lo largo de la cadena alimenticia.

Los metales son emitidos a la atmósfera, descargados sobre el suelo, en las aguas residuales y finalmente acumulados en los sedimentos. Por lo tanto los sedimentos ofrecen *datos integrados en el tiempo* sobre las tendencias geográficas y temporales de las emisiones. Cuando existe una capacidad limitada de realizar los análisis de metales disueltos en los cursos de agua, es de utilidad estimar la calidad de un sistema natural mediante el análisis de los sedimentos.

Si bien no existen normas o niveles guía de referencia a nivel Nacional ni Provincial para sedimentos en el estuario de Bahía Blanca, y a efectos de hacer estimaciones comparativas aproximadas, resultan de utilidad los indicadores de referencia establecidos por la NOAA.

El Decreto 831/93 no tiene establecido valores de referencia para metales en sedimento marino.

En la Tabla B del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 68) se presentan los valores de **TEL** (Threshold Effect Level); **ERL** (Effects Range-Low); **ERM** (Effects Range-Median) y **PEL** (Probable Effect Level) establecidos por la NOAA para los parámetros inorgánicos contenidos en sedimentos marinos superficiales. Estos indicadores ofrecen diferentes grados de protección para la vida acuática, y se fundamentan sobre bases de datos de composición química de sedimentos y en bases de datos de bioensayos de toxicidad.

Los niveles **TEL**, están considerados para proveer un alto nivel de protección para organismos acuáticos, e indica que: concentraciones por debajo de las cuales, nunca o casi nunca se observan efectos biológicos negativos.

Los niveles **ERL** indican concentraciones por debajo de las cuales los efectos adversos raramente ocurren.

Por el contrario, los niveles **PEL** ofrecen una baja protección, e indican concentraciones por encima de las cuales los efectos adversos frecuentemente pueden ocurrir.

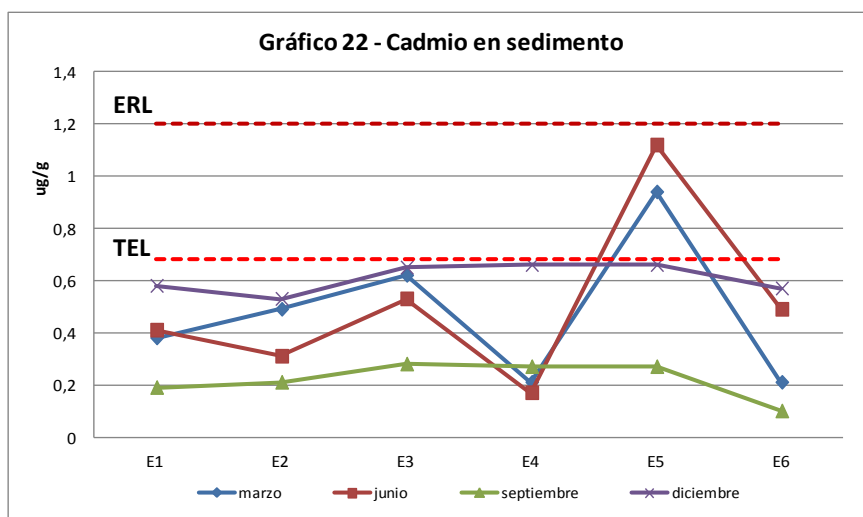
Los **ERM** ofrecen también una muy baja protección, e indican concentraciones por encima de las cuales los efectos adversos frecuentemente ocurren.

## **Cadmio**

En todas las estaciones de monitoreo y durante las cuatro campañas se registraron concentraciones detectables de cadmio en los sedimentos superficiales, cuyos valores variaron entre los 0,10 y 1,12 µg/g.

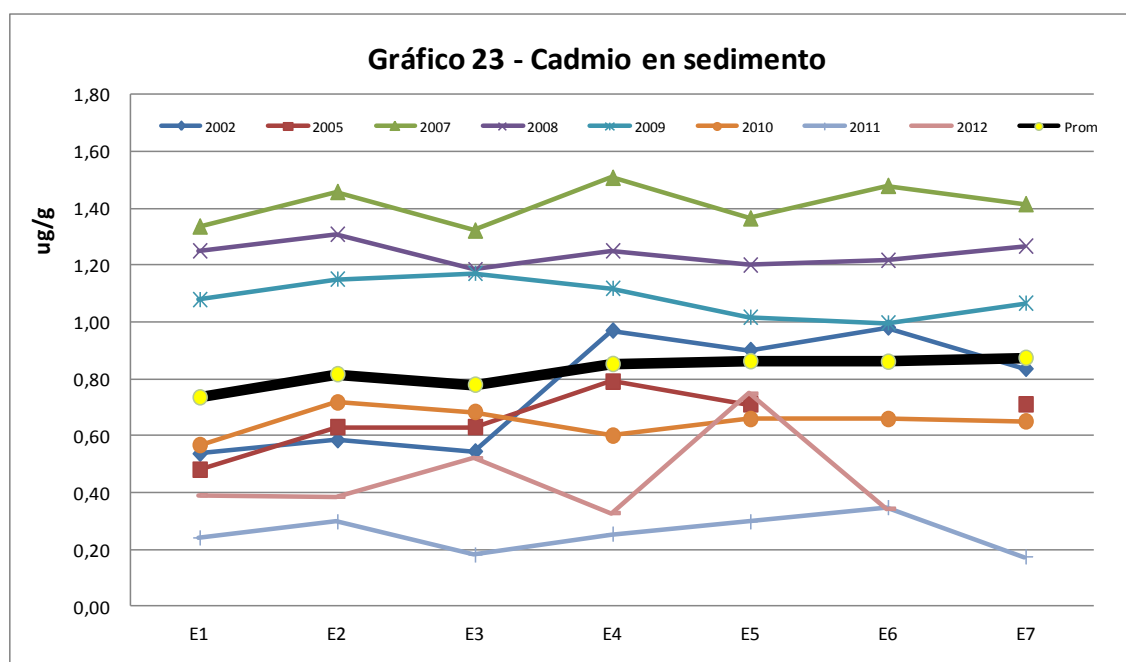
Los máximos valores se detectaron en la estación E5 durante las campañas de marzo y junio, con 0,94 y 1,12 µg/g respectivamente.

En el gráfico 22, podemos observar los resultados obtenidos de cadmio en sedimento durante las campañas de monitoreo.



Con respecto a los valores de referencia del NOAA, en 2 oportunidades se superó el nivel más exigente (**TEL**), durante las campañas de marzo y junio, ambas en la estación E5. Los restantes niveles de protección no fueron superados. Para una mejor observación gráfica de las concentraciones obtenidas de cadmio en sedimento, solo se muestra hasta el nivel de **ERL** de la NOAA.

Los valores promedios del 2012, han resultado ser de los más bajos detectados para este ambiente, similares a los informados en el período 2011.



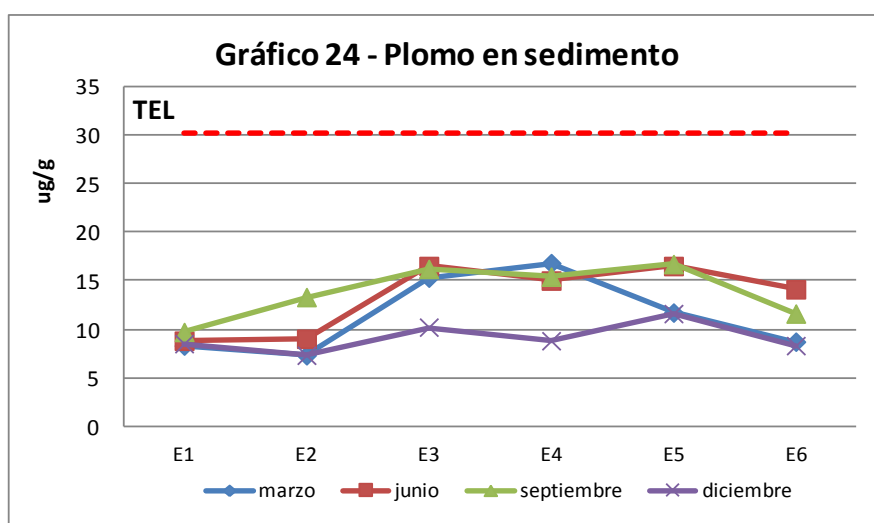
La línea de valores promedios históricos para la concentración de cadmio en sedimento, oscila entre 0,73 y 0,87  $\mu\text{g/g}$ . Es de destacar la homogeneidad de los valores promedios a lo largo de la



grilla de muestreo, presentando una ligera tendencia a incrementarse hacia la zona más interna del estuario.

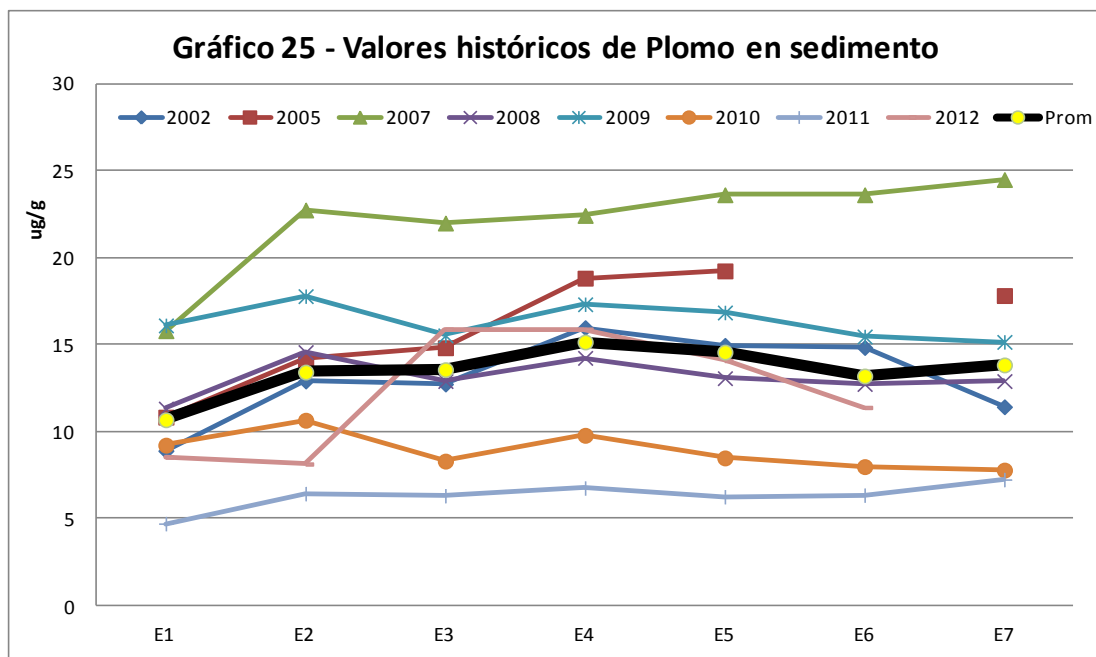
## Plomo

Se detectó la presencia de plomo en los sedimentos superficiales en todas las estaciones durante las campañas de monitoreo. Las concentraciones de plomo variaron entre los 7,3 y 16,8  $\mu\text{g/g}$ , según se observa en el gráfico 24.



Todos los resultados obtenidos estuvieron por debajo de los niveles guías de referencia de la NOAA, incluso del que más protección ofrece, **TEL** establecido en 30,24  $\mu\text{g/g}$ .

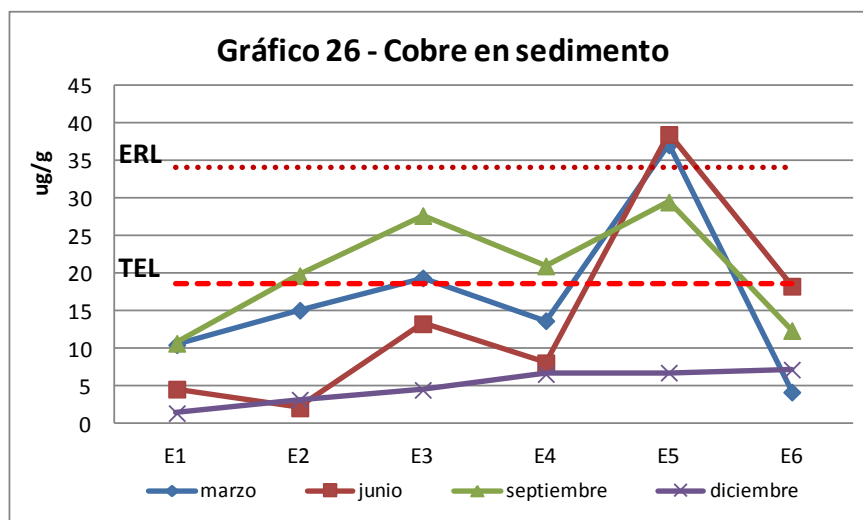
Las concentraciones registradas durante este período, resultaron homogéneas a lo largo de la grilla de muestreo y son similares a las halladas en monitoreos previos (IADO/CTE 2002, 2008 y 2009), ligeramente inferiores a las del año 2007, y superiores a los años 2010 y 2011, según se observa en el gráfico 25.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 25 para la concentración de plomo en sedimento, oscila entre 10,69 y 15,16  $\mu\text{g/g}$ . Es de destacar la homogeneidad de los valores promedios a lo largo de las estaciones de muestreo.

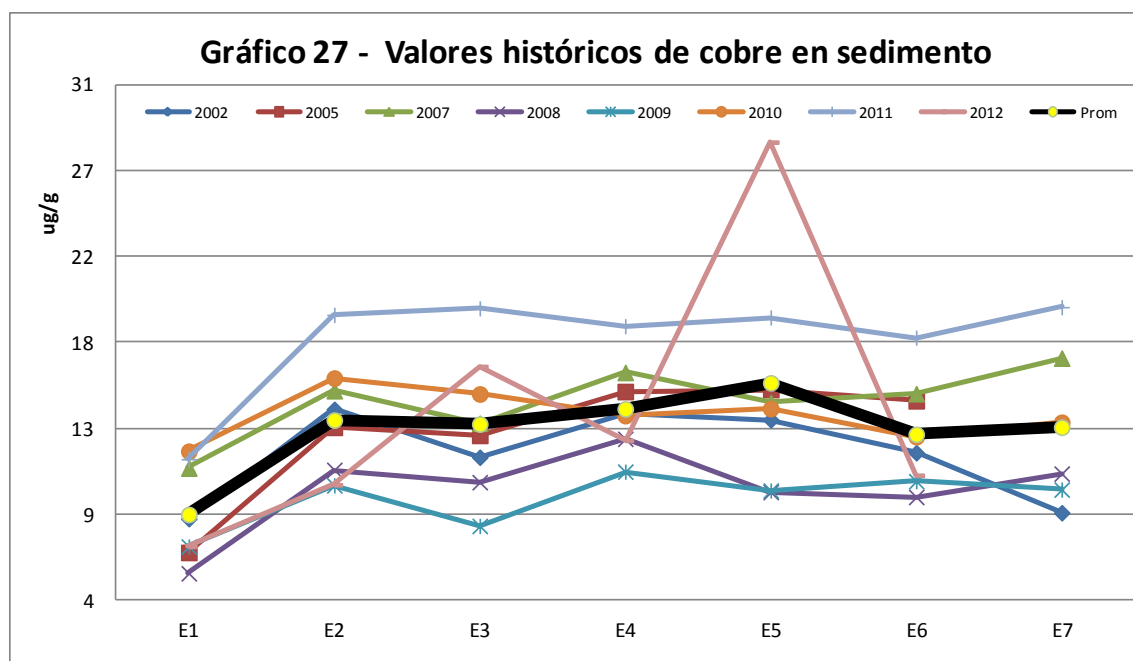
## Cobre

Se registraron concentraciones de cobre en los sedimentos superficiales muestreados en todas las campañas realizadas durante este período, y los valores determinados variaron entre 1,4 y 38,5  $\mu\text{g/g}$ . Los valores máximos fueron registrados en la estación E5 durante 3 campañas consecutivas: marzo (37,1  $\mu\text{g/g}$ ), junio (38,5  $\mu\text{g/g}$ ) y septiembre (29,5  $\mu\text{g/g}$ ), como puede observarse en el gráfico 26.



Con respecto a los valores de referencia de la NOAA, el 29,2% de los resultados obtenidos superaron el nivel **TEL** establecido para cobre en 18,7  $\mu\text{g/g}$ , y 2 valores registrados en la estación E5, superaron el nivel **ERL** de 34  $\mu\text{g/g}$ .

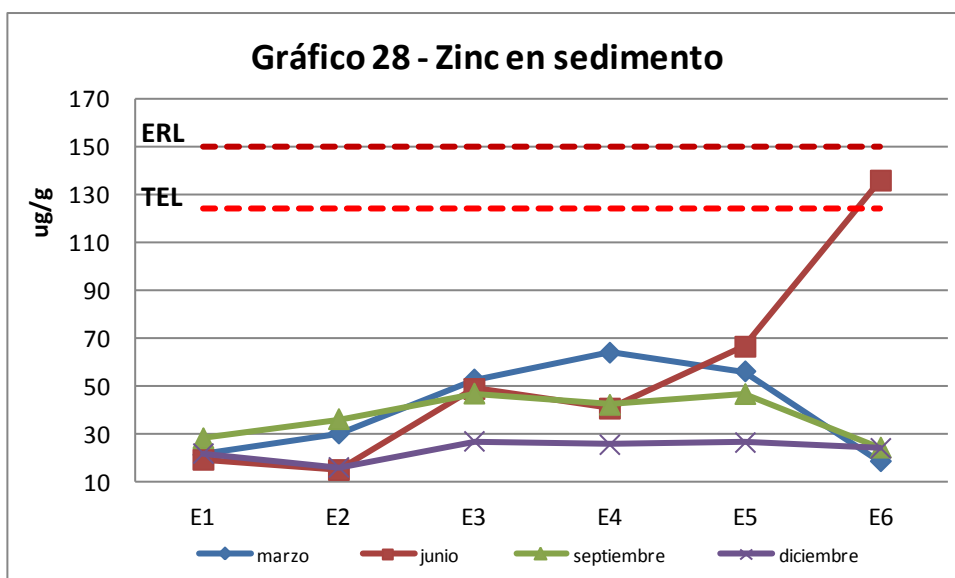
Los valores promedios históricos de cobre en sedimento se pueden observar en el gráfico 27. Exceptuando los valores detectados en la estación E5, las concentraciones de cobre en sedimento son del mismo orden de magnitud que las informadas en las etapas previas de este programa de monitoreo IADO/CTE: 2002, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 27 para la concentración de cobre en sedimento, oscila entre 8,5 y 15,4  $\mu\text{g/g}$ . Es de destacar la homogeneidad de los valores promedios a lo largo de las estaciones de muestreo, y cómo los valores de la estación E5 durante el año 2012 se elevan por sobre el resto de los registros históricos.

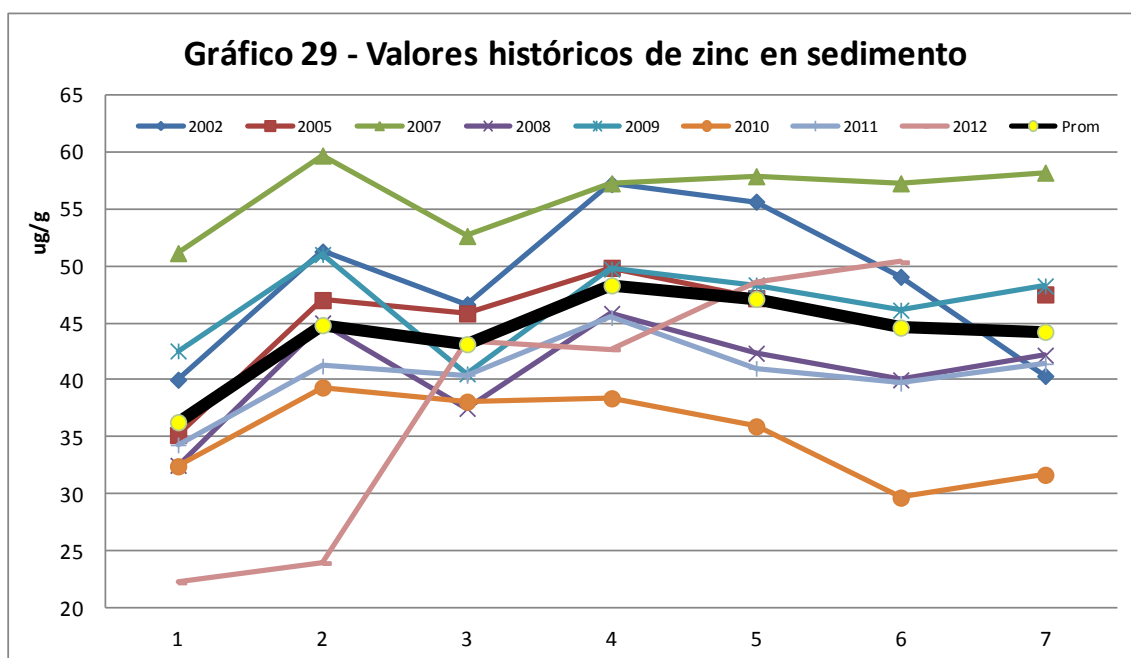
## Zinc

En el análisis de los sedimentos superficiales se detectó la presencia de zinc en todas las muestras evaluadas en las 4 campañas realizadas durante este período, los valores determinados variaron entre los 14,5 y 135,6  $\mu\text{g/g}$ . El gráfico 28 muestra la homogeneidad de los resultados a lo largo de las estaciones de muestreo y el valor máximo (135,6  $\mu\text{g/g}$ ) registrado en la estación E6 durante la campaña de junio.



Con respecto a los valores de referencia de la NOAA, solo el valor máximo antes mencionado supera el más exigente de los niveles de referencia **TEL**, establecido en 124 ug/g para zinc.

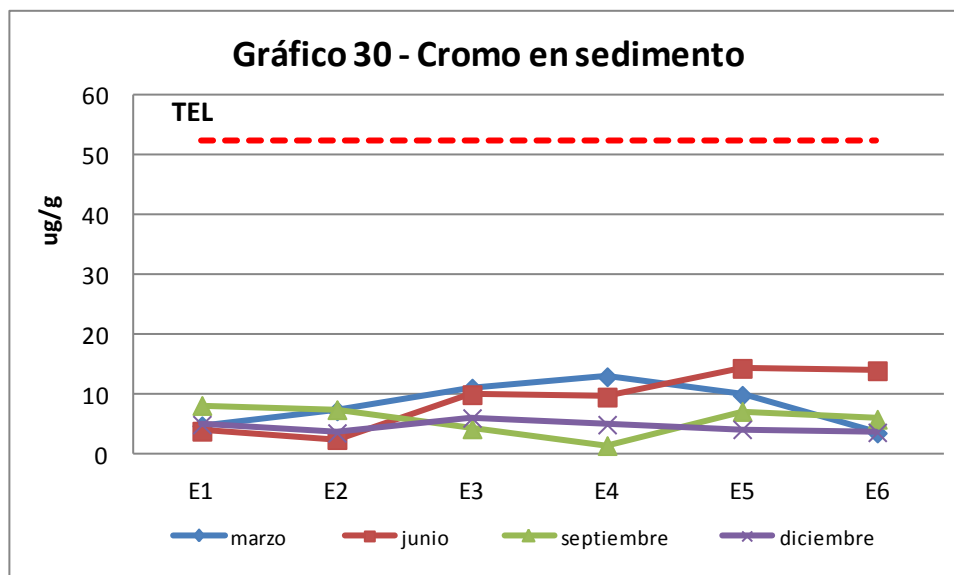
Los valores de zinc en sedimentos de este informe son similares a los registrados en monitoreos previos, excepto para las estaciones E1 y E2, que se muestran entre las menores concentraciones detectadas históricamente como se observa en el gráfico 29.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 29 para la concentración de zinc en sedimento, oscila entre 36,3 y 48,3 µg/g.

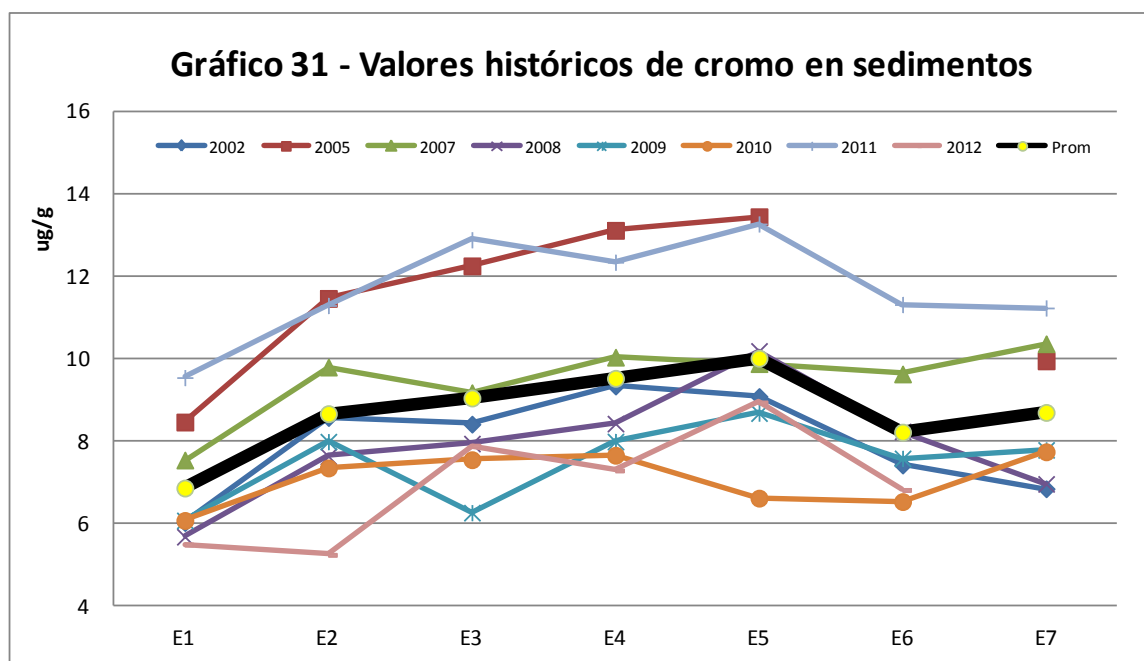
## Cromo

Se registraron concentraciones de cromo en los sedimentos superficiales muestreados en todas las campañas realizadas durante este período, los valores determinados variaron entre 1,5 y 14,4  $\mu\text{g/g}$ . Estos se mostraron homogéneos a lo largo de las estaciones de muestreo, según se observa en el gráfico 30.



Respecto de los niveles de referencia de la NOAA, en ninguna oportunidad, los valores superaron el más exigente nivel de protección, **TEL** de 52,3  $\mu\text{g/g}$ .

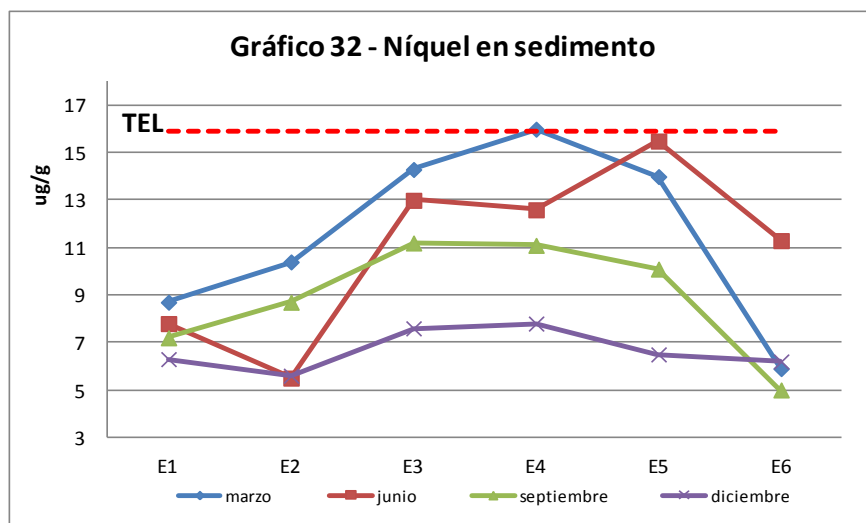
Los valores de cromo en sedimentos determinados en el presente estudio fueron similares e incluso ligeramente inferiores a los registrados en las etapas iniciales del programa de monitoreo del estuario, con niveles comparables a los determinados en el año 2009 y 2010, según muestra el gráfico 31.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 31 para la concentración de cromo en sedimento, oscila entre 6,9 y 10,0  $\mu\text{g/g}$ , mostrando una tendencia creciente sobre la estación E5, en cercanías de la descarga del polo petroquímico.

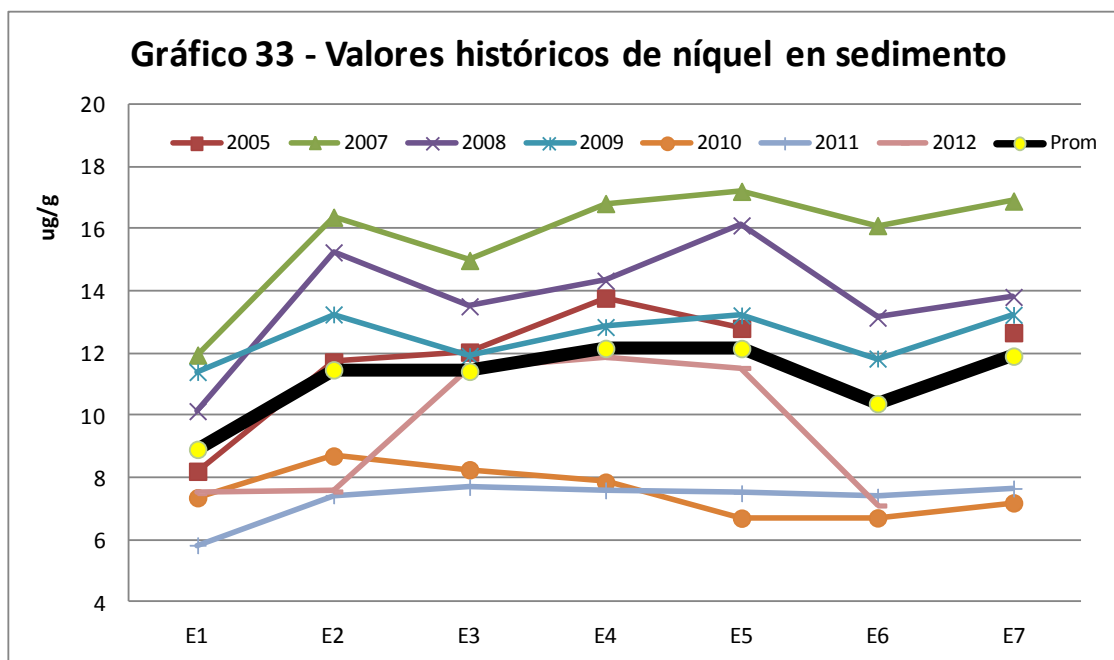
## Níquel

Se detectaron concentraciones de níquel en los sedimentos durante todas las campañas de monitoreo, con valores que oscilaron entre 5,0 y 16,0  $\mu\text{g/g}$ , con una distribución que muestra un incremento en la zona media del área de monitoreo entre las estaciones E3 y E5. La distribución de valores de níquel en sedimento se muestra en el gráfico 32.



En referencia a los valores de la NOAA, solamente el valor máximo detectado (16,0  $\mu\text{g/g}$ ) supera el nivel **TEL** establecido en 15,9  $\mu\text{g/g}$ .

Los valores de níquel en sedimentos determinados en el presente estudio fueron similares e incluso ligeramente inferiores a los registrados en las fases iniciales del programa de monitoreo, según puede observarse en el gráfico 33.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 33 para la concentración de níquel en sedimento presenta escasa variabilidad, oscilando entre 8,9 y 12,2  $\mu\text{g/g}$ , mostrando una tendencia casi homogénea a lo largo de la grilla de muestreo.

### **Comparación de las concentraciones de metales en sedimentos del estuario de Bahía Blanca con las reportadas en otros lugares del mundo.**

Para poder comparar las concentraciones detectadas de metales pesados en sedimento, respecto de las informadas en otros lugares del mundo, se realizó una investigación bibliográfica sobre publicaciones nacionales e internacionales que aportaran datos sobre otros estuarios y/o ambientes similares al nuestro en estudio. Se seleccionaron zonas costeras ó puertos más industrializados al de Ingeniero White, otros similares, y lugares que consideraríamos prístinos, y con bajos niveles de concentración de metales.

En la siguiente Tabla I, se detallan los resultados de algunas de las publicaciones seleccionadas para este análisis comparativo.

Tabla I. Concentraciones de metales pesados ( $\mu\text{g/g}$ ) en sedimentos superficiales, reportados en otros lugares del mundo

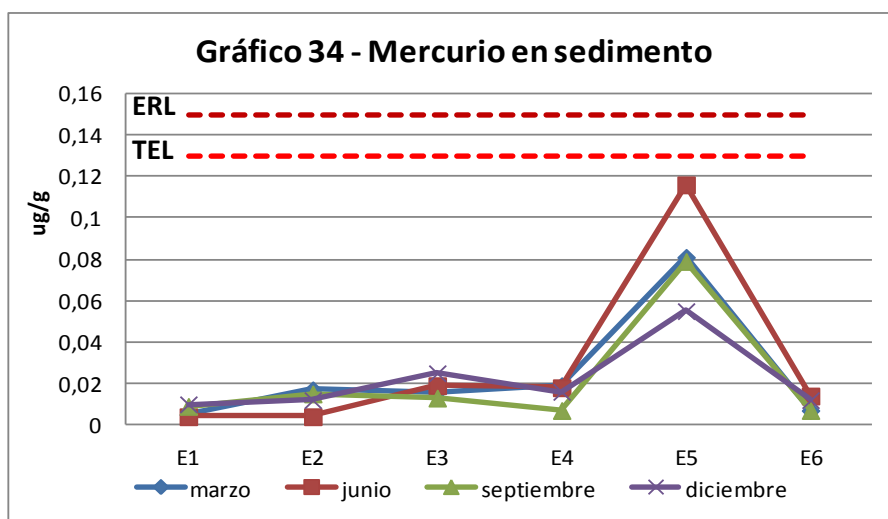
	Zn	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni
Puerto Tolo, Hong Kong <sup>1, a</sup>	20-182	5-85	0,03-0,59		6-115	4-21
Puerto Victoria, Hong Kong <sup>2, a</sup>	98-259	47-71	2,6-3,3	58-171	45-922	24-64
Kwun Tong, Hong Kong <sup>2</sup>	610	138	3,3	601	3790	177
Mai Po (marisma) Hong Kong <sup>3, a</sup>	130-308	69-220	1,1-1,4	20-75	51-87	44-87
Bahía Manila, Filipinas <sup>4, a</sup>	60-329	6-95	0,7-8		32-118	10-19
Puerto Darwin, Australia <sup>5, a</sup>	103-270	24-91	0,9-3		16-32	
Itaipu, Brasil <sup>6</sup>	82	25			30	10
Puerto Iquique, Chile <sup>9</sup>		370	20,03		514,33	
Puerto Patache, Chile <sup>9</sup>		3,97	0,93		68,33	
Puerto Talcahuano, Chile <sup>9</sup>		50,50	2,70		512,10	
Puerto San Vicente, Chile <sup>9</sup>		68,07	2,27		109,80	
Puerto Coliumo, Chile <sup>9</sup>		16,62	0,47		29,13	
Estuario Eastern Scheldt, Holanda <sup>7</sup>	65	20	<0,5		9	8
Estuario Blackwater, Reino Unido <sup>8, a</sup>	21-293	4-231	0,02-2,51	13-334	1-130	2-106
Canal de Beagle <sup>10</sup>	38,68	7,87	< LD		9,01	
Caleta Potter, Antártida <sup>11, a</sup>	44,9-63,0	2,2-5,5	< LD	4,1-8,1	73,3-156,3	
<b>Estuario Bahía Blanca</b> (este informe)	14,5-135,6	7,3-16,8	0,1-1,12	1,5-14,4	1,4-38,5	5,0-16,0
<b>Estuario Bahía Blanca</b> (promedio)	43,97 <sup>b</sup>	13,5 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	8,28 <sup>c</sup>	13,65 <sup>c</sup>	10,72 <sup>d</sup>
<b>Estuario Bahía Blanca</b> (máximo)	135,6 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	2,15 <sup>b</sup>	14,73 <sup>c</sup>	38,5 <sup>c</sup>	26,9 <sup>d</sup>

Referencias:(1) Chang, 1992; (2) Wong *et al.*, 1995; (3) Ong Che, 1999; (4) Prudente *et al.*, 1994; (5) Peerzada *et al.*, 1989; (6) Lacerda *et al.*, 1992; (7) Van der Hurk *et al.*, 1997; (8) Emmerson *et al.*, 1997; (9) Aguirre-Martinez *et al.*, 2009. (10) Amin *et al.*, 1996. (11) S. Andrade *et al.*, 1999. (a) Informado como rango de concentración. (b) Período 2002-2012. (c) Período 2009-2012. (d) Período 2005-2012. <LD: menor al límite de detección.

## Mercurio

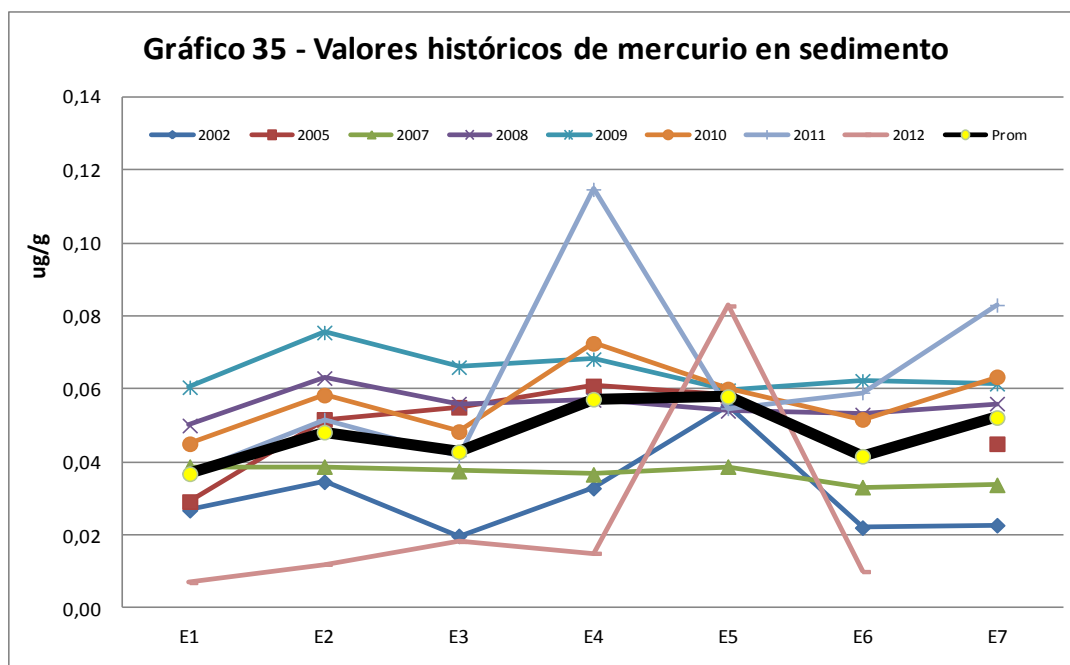
Las concentraciones de mercurio en los sedimentos superficiales del estuario han variado entre valores cercanos el límite de detección y 0,116  $\mu\text{g/g}$ . Exceptuando los valores de la estación E5, los restantes valores mostraron una tendencia homogénea. Es de destacar que durante todas las campañas, los máximos valores obtenidos fueron registrados en la estación E5 en cercanías del canal del polo petroquímico, según se observa en el gráfico 34.





Con respecto a los valores de referencia de la NOAA, ninguno de los valores obtenidos estuvo por encima de los valores guías, la mayoría de ellos estuvieron muy por debajo del más exigente de los niveles (**TEL**) establecido en 0,13  $\mu\text{g/g}$ , y solo los detectados en la E5 se mostraron ligeramente por debajo de los niveles de referencia.

Igualmente los valores promedios del 2012 están entre los menores registrados históricamente (excepto la E5) de nuestro programa de monitoreo.



La línea de valores promedios históricos del gráfico 35 para la concentración de mercurio en sedimento presenta escasa variabilidad, oscilando entre 0,04 y 0,06  $\mu\text{g/g}$ , mostrando una tendencia homogénea a los largo de la grilla de muestreo.

## Comparación de las concentraciones de mercurio en sedimentos del estuario de Bahía Blanca con las reportadas en otros lugares del mundo.

Al igual que hicimos con los demás metales pesados, también comparamos las concentraciones de mercurio en sedimentos reportadas en otros ambientes del mundo, las cuales pueden consultarse en la siguiente Tabla II.

Tabla II. Concentraciones de Mercurio en sedimentos superficiales, reportadas en otros ambientes del mundo.

	Hg ( $\mu\text{g/g}$ )	Referencias
Estuario Scheldt, Holanda <sup>1</sup>	Media: 2,33 (Rango: 0,01 a 3,95)	Zwolsman <i>et al.</i> (1996)
Estuario Scheldt, Holanda <sup>2</sup>	Media: 0,57 (Rango: 0,01 a 3,40)	Zwolsman <i>et al.</i> (1996)
Estuario Scheldt, Holanda <sup>3</sup>	Media: 0,20 (Rango: 0,01 a 1,30)	Zwolsman <i>et al.</i> (1996)
Estuario Scheldt, Holanda <sup>4</sup>	Media: 0,29 (Rango: 0,01 a 1,08)	Zwolsman <i>et al.</i> (1996)
Mar Mediterráneo, Costa Occidental	0,01 a 0,32	Sanchiz <i>et al.</i> (2000)
Bahía de Haifa, Israel	0,1 a 0,4	Krumgalz <i>et al.</i> (1991)
Bahía de Minamata, Japón	0,34 a 4,83	Tomiyasu <i>et al.</i> (2006)
Golfo de Trieste, Mar Adriático	0,1 a 23,3	Covelli <i>et al.</i> (2001)
Costa de Antelias, Líbano	0,02 a 0,46	Nassif (2004)
EACF, Antártida <sup>5</sup>	0,0299	
EACF, Antártida <sup>6</sup>	0,0203	
EACF, Antártida <sup>7</sup>	0,0219	Rodrigues dos santos <i>et al.</i> (2006)
Base Machu Pichu (Peruana) Antártida	0,0227	
Henniquen Point, Antártida	0,0256	
Mar Chiquita, Argentina (1982-1988)	0,091 $\pm$ 0,011	
Mar Chiquita, Argentina (1989-2000)	0,080 $\pm$ 0,010	
Mar Chiquita, Argentina (2001-2005)	0,076 $\pm$ 0,019	
Bahía Samborombon, Argentina (1982-1988)	9,964 $\pm$ 3,730	
Bahía Samborombon, Argentina (1989-2000)	10,280 $\pm$ 5,230	De Marco <i>et al.</i> (2006)
Bahía Samborombon, Argentina (2001-2005)	9,447 $\pm$ 3,963	
Estuario Bahía Blanca(1982-1988) <sup>8</sup>	1,040 $\pm$ 0,388 (Máx: 1,670)	
Estuario Bahía Blanca(1989-2000) <sup>8</sup>	0,557 $\pm$ 182	
Estuario Bahía Blanca(2001-2005) <sup>8</sup>	0,098 $\pm$ 0,033	
Estuario Bahía Blanca <sup>9</sup>	Media:0,048 (Rango: <LD a 1,67)	CTE
Estuario Bahía Blanca (máximo) <sup>10</sup>	1,670	De Marco <i>et al.</i> (2006)

(1, 2, 3 y 4) Diferentes área de muestreo sobre el Estuario, de la Zona I mas interna, a la zona 4 mas externa.

EACF: Estación Antártica Comandante Ferraz (Brasilera)

5) Area de tanques

6) Area de aterrizaje de helicópteros y descarga de efluentes cloacales

7) Módulo de química

8) Zona interna del estuario

9) Período 2002-2012. Comité Técnico Ejecutivo

10) Período 1982-2012

## Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

### Introducción

Se investigó la presencia, y distribución de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en los sedimentos superficiales, durante las 4 campañas de monitoreo.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) ha designado a los PAHs como contaminantes prioritarios. Los PAHs que incluimos en nuestras determinaciones son: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo [a] antraceno, criseno, benzo [k] fluoranteno, benzo [a] pireno, dibenzo (ah) antraceno, benzo [ghi] perileno, y el indeno (1,2,3) pireno.

### Resultados

Se determinaron concentraciones de diferentes compuestos, los frecuentemente detectados fueron: naftaleno, acenaftileno, fenantreno y antraceno; en menos oportunidades se halló fluoranteno y pireno, y en pocas ocasiones se pudo determinar fluoreno, benzo (a) antraceno, criseno y benzo (K) fluoranteno.

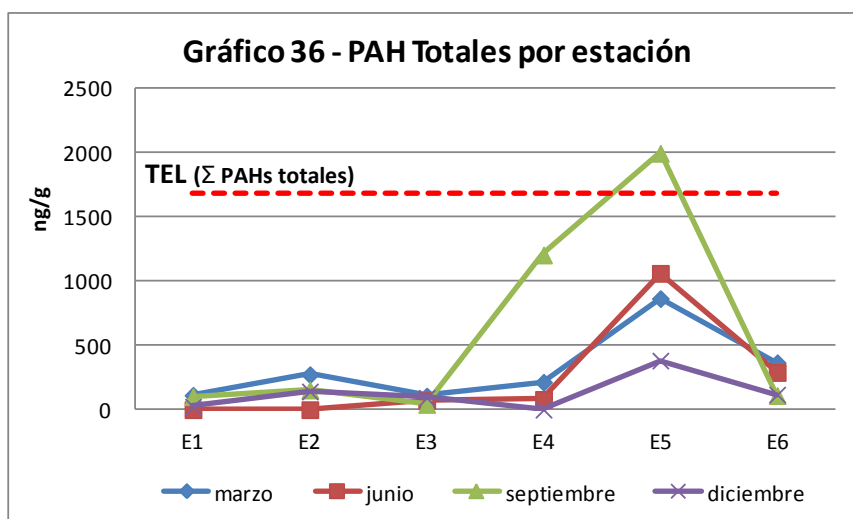
De los 360 resultados obtenidos en este período, se observó que un 77,5% de los valores fueron no detectables (menores al límite de detección) y un 5,3% de los datos fueron menores al límite de cuantificación (niveles trazas), que en suma representan el 82,8 % de datos no cuantificables.

Dentro de los valores mayores al límite de cuantificación (17,2%), las concentraciones variaron entre 21 a 631 ng/g en peso seco, ambos resultados corresponden a naftaleno.

Al igual que los metales pesados, aquí también utilizamos como niveles de referencia los citados por la NOAA, para la sumatoria de PAHs totales.

En la Tabla C del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 69) se presentan los valores de **TEL**, **ERL**, **ERM** y **PEL** establecidos por la NOAA para la sumatoria de PAHs totales contenidos en sedimentos marinos.

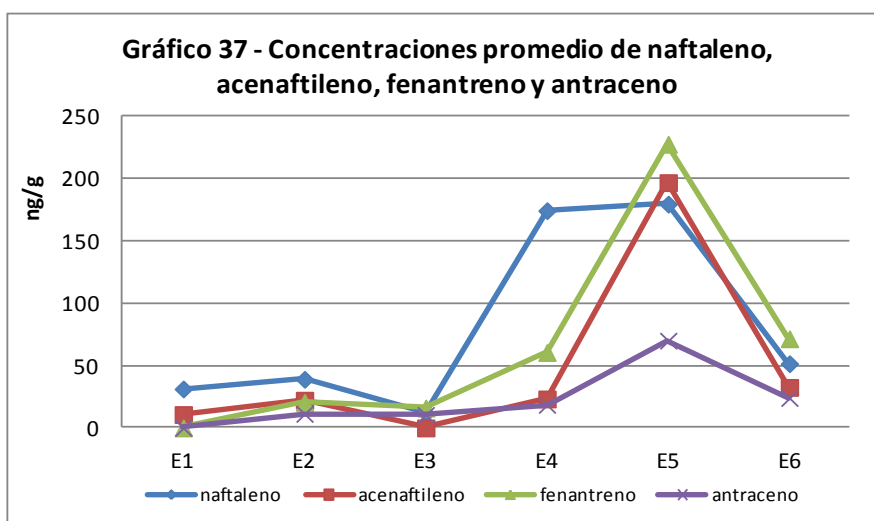
A continuación se muestra en el gráfico 36 la distribución a los largo de la grilla de muestreo de la sumatoria de PAHs totales. El rango de concentración para la ΣPAHs totales en el estuario osciló para este período, entre valores menores al límite de detección y 1999 ng/g. Es de destacar la elevada concentración detectada en la estación E5, con descenso en la concentración en sus dos contiguas estaciones.



Respecto a los niveles de referencia de la NOAA, solo la sumatoria de las concentraciones detectadas en la estación E5 del mes de septiembre, superan el nivel de referencia del **TEL**.

Analizando de manera individual los principales 4 hidrocarburos determinados en este estudio, podemos mencionar que naftaleno fue el compuesto mayormente determinado, con valores detectables que oscilaron entre 21 y 631 ng/g, seguido por el acenaftileno con rangos entre 34 y 449 ng/g, fenantreno con valores entre 64 y 481 ng/g y antraceno con valores entre 42 y 126 ng/g.

Es de destacar que las máximas concentraciones de estos 4 analitos fueron determinadas en la estación E5, presumiendo que esta estación esta siendo fuertemente influenciada por la descarga del canal del polo petroquímico, según podemos apreciar en el gráfico 37.





Comparando los resultados de este período respecto de monitoreos en años anteriores, los rangos obtenidos para la sumatoria de PAH totales fue ligeramente superior a la informada en los monitoreos del 2009 y 2011, pero muy inferior a los registros del 2010.

Como observaciones se puede destacar que en este monitoreo, al igual que en años anteriores, se registra predominancia de PAHs de bajo peso molecular.

El estudio de los perfiles para determinar el origen probable de los PAHs se realiza mediante la aplicación de índices diagnósticos BaA/228 y Fl/(Fl+Py) y IP/(IP+BghiP), basados en la clasificación adoptada por Yunker *et al.*(2002). En esta oportunidad fueron escasas las relaciones que se pudieron evaluar para concluir sobre un posible origen de los PAHs.

Para poder comparar las concentraciones detectadas de hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos, respecto de las informadas en otros ambientes del mundo, se realizó una investigación bibliográfica sobre publicaciones internacionales que aportaran datos sobre otros estuarios y/o ambientes similares. Se seleccionaron zonas costeras y puertos más industrializados al de Ingeniero White, otros similares, y también lugares que consideraríamos prístinos, o con bajos niveles de concentración de PAHs.

En la siguiente Tabla III, se detallan algunas de las publicaciones seleccionadas para esta comparación.

Tabla III. Concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (ng/g en p.s.) en sedimentos superficiales, reportados en otros lugares del mundo.

	Sumatoria PAH's Totales	Referencias
Pto. Iquique, Chile	17942	Aguirre-Martinez <i>et al.</i> (2009)
Pto. San Vicente, Chile	38734	Aguirre-Martinez <i>et al.</i> (2009)
Pto. Patache, Chile	220	Aguirre-Martinez <i>et al.</i> (2009)
Pto. Talcahuano, Chile	15274	Aguirre-Martinez <i>et al.</i> (2009)
Mar interior Chiloé, Chile	49 - 821	Montory <i>et al.</i> (2008)
Pto Sydney, Australia	100 - 380000 <sup>(a)</sup>	McCready <i>et al.</i> (2000)
Lago Bubreka, Bulgaria	204-4712 <sup>(a)</sup>	R. Quiroz Muñoz <sup>(4)</sup> (2009)
Lago Negru, Rumania	426-2324 <sup>(a)</sup>	R. Quiroz Muñoz <sup>(4)</sup> (2009)
Bay King George Island, Antártida	454,9 <sup>(1)</sup>	Cesar C. Martins <i>et al.</i> (2010)
Mac Murdo Station, Antártida	621-5024 <sup>(a) (2)</sup>	Kim, <i>et al.</i> (2006)
Jubany Station, Antártida	28-1908 <sup>(a) (3)</sup>	Curtosi <i>et al.</i> (2007)
James Ross Island, Antártida	1-2005 <sup>(a)</sup>	Klanová <i>et al.</i> (2008)
Estuario de Bahía Blanca (2009)	<LD - 815,1	IADO/CTE 2009
Estuario de Bahía Blanca (2010)	<LD - 11324	IADO/CTE 2010
Estuario de Bahía Blanca (2011)	<LD - 921,1	IADO/CTE 2011
Estuario de Bahía Blanca (2012)	<LD - 1999	CTE/PIM 2012

(a) Rango de valores; <LD: menor al límite de detección

(1) valor máximo reportado, 78% de datos no detectados.

(2) sumatoria de 45 PAH's.

(3) sumatoria de 25 PAH's, periodo 2004 a 2005.

(4) Tesis doctoral, Barcelona 2009.

Si bien no existe una normativa internacional que así lo tipifique, es de amplio consenso que los valores de PAHs en sedimentos menores a 10 ng/g corresponden a un nivel de distribución basal o "background" de los ecosistemas. Estos valores son hallados en lugares prístinos, generalmente alejados de las poblaciones. Las concentraciones que se ubican entre 10 y 100 ng/g corresponden a niveles con baja contaminación, encontrados por ejemplo en zonas turísticas. Por otro lado, los niveles de PAHs en el rango de 100-1000 ng/g identifican zonas con moderado impacto antrópico, estos valores son hallados en general en zonas portuarias y costeras urbanizadas alrededor del mundo. Valores de PAHs por encima de 1000 ng/g indican niveles moderados a altos de contaminación, y probables procesos de introducción crónica de estos contaminantes en los sistemas. Los valores por encima de 10000 ng/g responden a procesos de contaminación severa de sedimentos, con efectos frecuentes observados sobre la biota. En virtud a esta escala de clasificación, se puede sostener que la zona de estudio presentó niveles que corresponden a: valores de background (12,5% de las muestras); niveles de baja concentración (20,8%); niveles con moderado impacto antrópico (54,2% de las muestra), y niveles moderados a altos de contaminación (12,45% de las muestras).

## Pesticidas Organoclorados

En las campaña de junio y septiembre, se investigó la presencia de pesticidas organoclorados en los sedimentos. Los pesticidas analizados fueron: hexacloro ciclihexano (alfa, beta, gamma y delta), heptacloro, aldrin, heptacloro epoxi, DDE´s, DDD, DDT, endrin, mirex, metoxicloro, dicofol, clordane, endosulfán (I y II), clorpirifos. El límite de cuantificación del método analítico empleado fue de 0,05 ppb.

Durante la campaña de junio, solo la estación E5 presentó niveles detectables del compuesto Mirex con un valor de 2,6 ppb. Las restantes estaciones no presentaron concentraciones detectables de ninguno de los pesticidas.

Por su parte en el muestreo del mes de septiembre, los sedimentos de las estaciones E1, E2, E3 y E5 presentaron concentraciones detectables de Endosulfán II, con valores de 3,87; 9,30; 2,08 y 37,31 ppb respectivamente. Las estaciones E4 y E6 no mostraron niveles detectables de pesticidas.

Los valores detectados de Endosulfán II y Mirex son similares a reportados en informes previos de este programa de monitoreo.

A diferencia de muestreos en años anteriores, no se detectó la presencia de residuos derivados del DDT (DDE y DDD).

En líneas generales los valores de pesticidas organoclorados detectados son bajos, y su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que lo están incorporando al estuario, dado que son sustancias químicas sintéticas que no existen en la naturaleza.

## Metales en Peces

Se determinaron los niveles de metales en corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) y una especie característica del estuario, que desarrolla todo su ciclo de vida en el mismo: la saraquita (*Ramnogaster arcuata*), con respecto a éste último se definieron 4 clases de ejemplares para el muestreo y análisis correspondientes, en virtud a las características morfométricas de los mismos:

- **Clase I** : 20 a 49 mm de LT (LT : longitud total)
- **Clase II** : 50 a 79 mm de LT
- **Clase III** : 80 a 109 mm de LT
- **Clase IV** : 110 a 130 mm de LT



Por la escasa cantidad de muestras recolectadas no fue posible realizar determinaciones de metales pesados en el hígado de la especie *Ramnogaster arcuata* de la denominada Clase I.

Los restantes ejemplares de saraquita fueron analizados (individualmente o en grupos) en función al peso de muestra disponible.

Para comparar los resultados obtenidos de metales pesados en las especies evaluadas, emplearemos la Tabla D, del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 69) que fija los niveles Estándares Nacionales e Internacionales de metales pesados en músculo comestible de peces aceptados como aptos para el consumo humano directo o indirecto.

### **Cadmio**

Los valores de cadmio en el músculo de la corvina rubia y la pescadilla resultaron menores al límite de detección del método analítico.

Tampoco se detectaron valores de cadmio en el músculo ni en el hígado de los ejemplares de saraquita estudiados.

Solo se detectaron valores de cadmio en el hígado de corvina y pescadilla, los mismos oscilaron entre 0,41 y 0,84  $\mu\text{g/g}$  en corvina y en pescadilla los valores fueron más homogéneos 0,61 y 0,63  $\mu\text{g/g}$ .

Al resultar las concentraciones de cadmio menores al límite de detección en todas las muestras de músculo analizadas, no se puede comparar utilizando la Tabla D de niveles estándares.

En la Tabla IV podemos comparar los valores de cadmio registrados en anteriores programas de monitoreo sobre diferentes especies, donde es importante destacar que los reportes de períodos anteriores habían arrojado valores superiores a los estándares internacionales en músculo.





Cadmio en músculo	Tabla IV. Campañas del IADO/CTE					
	2012	2011	2010	2009	2006-2007	2005
Corvina	<LD	no se analizó	<LD	no se analizó	Rango: 0,11 a 0,33	Rango: 0,01 a 0,66
Pescadilla	<LD	no se analizo	<LD (n=15)	0,30 y 0,31 (84% <LD)	<LD	<LD
Saraquita	<LD	Prom: 0,022				
Gatuzo					<LD a 0,1	<LD

Cadmio en hígado	Campañas del IADO/CTE					
	2012	2011	2010	2009	2006-2007	2005
Corvina	Prom: 0,55 (rango: 0,41 a 0,84)		Prom: 0,13 (rango:0,04 a 0,24)	no se analizó	0,21 a 0,41	0,01 a 0,49
Pescadilla	0,62		Prom: 1,74 (rango:0,72 a 3,63)	Prom: 0,17 (rango:0,25 a 3,11)	<LD a 0,10	2,43 a 5,42
Saraquita	<LD	0,36 a 0,87				
Gatuzo					0,06 a 0,7	0,28 a 7,21

<LD: menor al límite de detección. Concentraciones expresadas en (µg/g p.s.)

## Plomo

No se detectaron concentraciones de plomo en ninguno de los tejidos evaluados de las 3 especies mencionadas en el estudio. Todos los resultados estuvieron por debajo del límite de detección. Si bien estos resultados concuerdan con los registros históricos de plomo en tejidos de las diferentes especies evaluadas, en donde son muy bajas las concentraciones detectadas, con alta frecuencia de valores menores al límite de detección, es importante destacar que los reportes de períodos anteriores habían arrojado valores superiores a los estándares internacionales en músculo de otras especies estudiadas, según nos muestra la siguiente Tabla V.

Plomo en músculo	Tabla V. Campañas del IADO/CTE					
	2012	2011	2010	2009	2006-2007	2005
Corvina	<LD	No se analizó	<LD	No se analizó	<LD	Prom:3,6 (único datos > al LD; n=5; 80% <LD)
Pescadilla	<LD	No se analizó	<LD	Prom: 1,64 (rango: 0,11 a 5,5)	0,03 a 0,31	1,45 y 1,68 (60 % <LD)
Saraquita	<LD	<LD a 1,702				
Gatuzo					0,12 a 0,73	<LD

Plomo en hígado	Campañas del IADO/CTE					
	2012	2011	2010	2009	2006-2007	2005
Corvina	<LD		<LD		0,06 a 0,27 (80 % <LD)	<LD
Pescadilla	<LD		<LD	Prom: 2,1 (rango: 0,14 a 4,9)	<LD	<LD
Saraquita	<LD	<LD a 0,068				
Gatuzo					1,87 a 6,31	0,01 a 7,65
Lenguado						2,15 a 7,81

<LD: menor al límite de detección. Concentraciones expresadas en (µg/g p.s.)

## Cobre

Los valores de cobre determinados en corvina arrojaron los siguientes resultados: en hígado oscilaron entre 15,6 y 33,9 µg/g, y en músculo variaron entre 0,6 y 3,3 µg/g.

Por su parte los determinados en pescadilla fueron: en hígado 21,2 y 23,5 µg/g y en músculo 0,9 y 7,2 µg/g.

En el hígado de saraquita los valores oscilaron entre 1,9 y 17,3. Las máximas concentraciones se detectaron en la Clase II, disminuyendo gradualmente hacia la Clase IV.

En el músculo de la saraquita, los valores oscilaron entre 2 y 4,1 µg/g, sin diferenciación entre las clases estudiadas.

Comparando estos resultados con los Estándares Nacionales e Internacionales de metales pesados en músculo comestible de peces de la Tabla D del Anexo, podemos mencionar que en ninguna oportunidad los valores registrados de cobre en músculo de las especies en estudio superaron los estándares de control para consumo.

## Zinc

Los valores de zinc determinados en corvina arrojaron los siguientes resultados: en hígado oscilaron entre 98 y 161  $\mu\text{g/g}$ , en músculo variaron entre 17 y 44  $\mu\text{g/g}$ .

Por su parte los determinados en pescadilla fueron: en hígado 128 y 132  $\mu\text{g/g}$  y en músculo 21 y 22  $\mu\text{g/g}$ .

En el hígado de saraquita los valores oscilaron entre 28 y 53  $\mu\text{g/g}$ , mientras que en el músculo de la saraquita, los valores oscilaron entre 15 y 18  $\mu\text{g/g}$ , sin diferenciación entre las clases estudiadas.

Comparando estos resultados con los Estándares de metales pesados en músculo comestible de peces, podemos mencionar que un solo valor medido en músculo de corvina (44  $\mu\text{g/g}$ ) superó el valor establecido de control para consumo de la FAO.

## Cromo

Todos los valores de cromo en músculo de las especies estudiadas resultaron menores al límite de detección.

Solamente en el hígado de saraquita se detectó un valor de cromo de 1,6  $\mu\text{g/g}$ , y en hígado de corvina y pescadilla no se registraron concentraciones detectables.

Estos resultados difieren de los informados en el último monitoreo, ya que en todas las muestras se había detectado la presencia de cromo en músculo e hígado de saraquita.

Igual comentario podemos realizar de las concentraciones de cromo en corvina, ya que durante el monitoreo del 2010, en todas las muestras se había detectado la presencia de cromo en músculo e hígado de corvina rubia. No existen niveles guías nacionales ni internacionales para cromo en músculo comestible de peces para consumo humano.

## Níquel

Todos los valores de níquel en músculo de las 3 especies estudiadas resultaron menores al límite de detección.

Al igual que en cromo, solamente en el hígado de saraquita se detectó un valor de níquel de 1,6  $\mu\text{g/g}$ , y en hígado de corvina y pescadilla no se registraron concentraciones detectables.

Estos resultados difieren de los informados en el último monitoreo, ya que en todas las muestras se había detectado la presencia de níquel en músculo e hígado de saraquita.

Igual comentario podemos realizar de las concentraciones de níquel en corvina, ya que durante el monitoreo del 2010, en todas las muestras se había detectado la presencia de níquel en músculo e

hígado de la especie mencionada. Respecto a la pescadilla, si bien durante el 2010 se registraron valores detectables en los tejidos bajo estudio, durante el 2009 los valores se asemejan a los de este período ya que resultaron todos menores al límite de detección.

## **Mercurio**

Los valores de mercurio determinados en corvina arrojaron los siguientes valores: en hígado oscilaron entre 0,18 y 0,29  $\mu\text{g/g}$ , en músculo variaron entre 0,17 y 0,29  $\mu\text{g/g}$ .

Por su parte los determinados en pescadilla fueron: en hígado 0,23 y 0,24  $\mu\text{g/g}$  y en músculo 0,49 y 0,59  $\mu\text{g/g}$ .

En el hígado de saraquita los valores oscilaron entre 0,08 y 0,31  $\mu\text{g/g}$ , mientras que en el músculo de la saraquita, los valores oscilaron entre 0,03 y 0,11  $\mu\text{g/g}$ .

Comparando estos resultados con los Estándares Nacionales e Internacionales de metales pesados en músculo comestible de peces, podemos mencionar que un solo valor medido en músculo de pescadilla (0,59  $\mu\text{g/g}$ ) superó el estandar de control para consumo establecido en 0,5  $\mu\text{g/g}$  como mercurio total.

Por la toxicidad de este metal, y al igual que con cadmio y plomo, en la Tabla VI se realizó una recopilación de las concentraciones de mercurio en diferentes especies del estuario reportadas en informes previos del IADO/CTE, y se agrega una breve investigación bibliográfica de las concentraciones de este metal en períodos anteriores y las determinadas sobre costas Uruguayas.

Tabla VI. Comparación de la concentración de mercurio en diferentes especies estudiadas del estuario y en costas Uruguayas

Mercurio en	Campañas del IADO/CTE						De Marco <i>et al.</i> , (2006)			Costa de Uruguay <sup>(1)</sup>
	2012	2011	2010	2009	2006-2007	2005	2001-2003	1989-2000	1982-1988	
Mercurio en músculo										
Corvina	Prom: 0,19 (rango: 0,17 a 0,29)	no se analizó	Prom: 0,06 (rango: 0,04 a 0,10)	no se analizó	0,01 a 0,07	0,01 a 0,22		0,24±0,1	0,37±0,11	Prom: 0,61 (rango: <0,24 a 1,5)
Pescadilla	0,49 a 0,59	no se analizó	Prom: 0,15 (rango: 0,01 a 0,34)	Prom: 0,18 (rango: 0,1 a 0,28)	0,05 a 0,13	0,13 a 0,51	0,12±0,01	0,23±0,1	0,39±0,1	Prom: 0,35 (rango: <0,15 a 0,81)
Saraquita	Prom: 0,055 (rango: 0,03 a 0,11)	Prom: 0,047 (rango: <LD a 0,071)								
Gatuzo					0,03 a 0,18	0,14 a 0,41	0,09±0,01	0,33±0,2	0,89±0,29	Prom: 0,41 (rango: 0,30 a 0,52)
Lenguado						0,04 a 0,19				
Mercurio en hígado										
Corvina	Prom: 0,21 (rango: 0,18 a 0,29)	no se analizó	Prom: 0,12 (rango: 0,08 a 0,17)	no se analizó	0,03 a 0,09	0,03 a 0,08	no hay datos	0,28±0,12	0,32±0,11	Prom: 0,77 (rango: <0,40 a 2,0)
Pescadilla	0,23 a 0,24	no se analizó	Prom: 0,22 (rango: nd a 0,67)	Prom: 0,09 (rango: 0,04 a 0,16)	0,05 a 0,12	0,1 a 0,29	0,07±0,05	0,24±0,12	0,28±0,11	Prom: 0,31 (rango: <0,29 a 0,48)
Saraquita	0,08 a 0,31	0,038 a 0,066								
Gatuzo					0,06 a 0,19	0,13 a 0,51	0,31±0,19	0,07±0,01	0,88±0,35	Prom: 0,10 (rango: 0,09 a 0,12)
Lenguado						0,04 a 0,2				

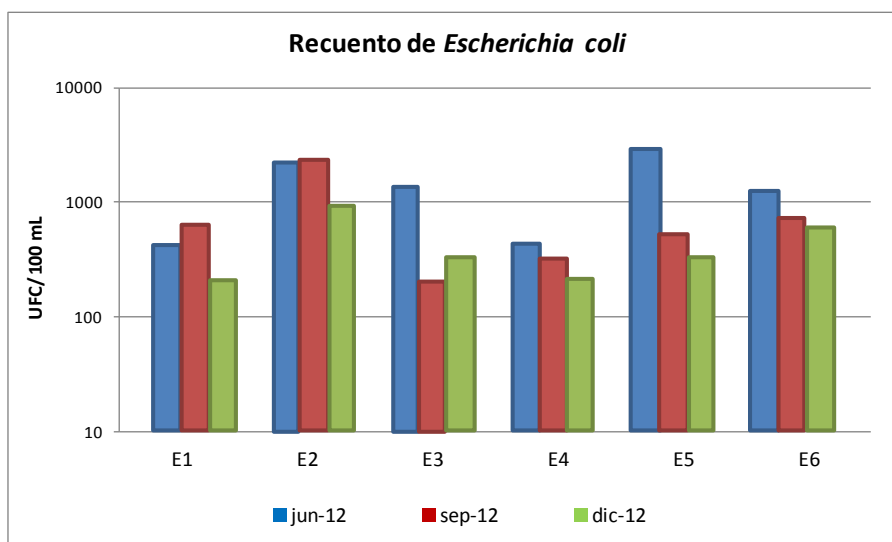
Ref: (1): F. Viana *et al.*, (2005). Concentraciones expresadas en (µg/g p.s.)

## c. Parámetros microbiológicos

### ***Escherichia coli* en agua del estuario.**

Coincidentemente con los resultados de los muestreos del año 2009, 2010 y 2011, los valores más altos de *E. coli* (>1000 UFC/100 ml), se registraron en la estación E2 (influenciada por la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca). Al contrario de lo sucedido en el 2010 y 2011, la estación E4 mostró los menores recuentos de *E. coli*, lo que resulta más esperable ya que no está impactada directamente por las descargas cloacales de la ciudad.

El siguiente gráfico muestra los recuentos de *E. coli* en agua en las estaciones de muestreo:

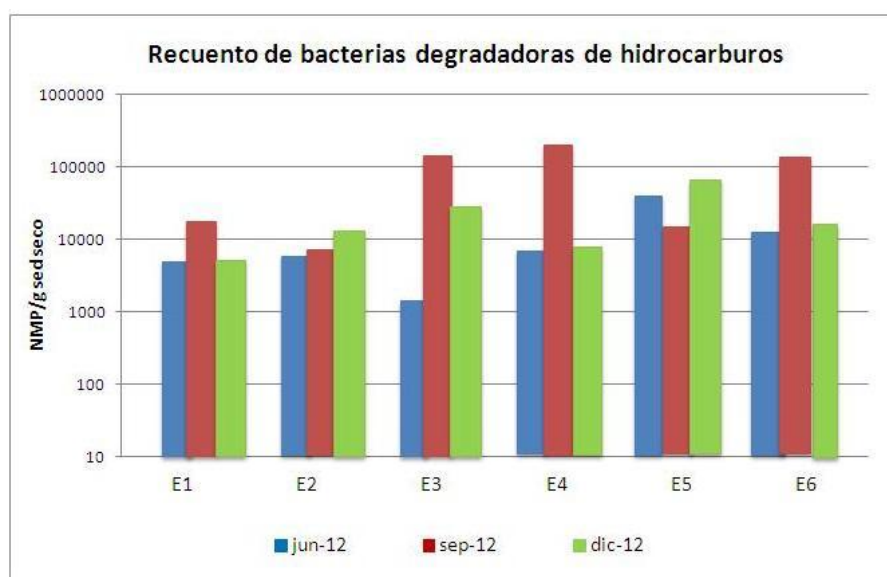


### Bacterias Degradadoras de Hidrocarburos en Sedimentos (BDH)

En todos los sitios de muestreo se detectó bacterias degradadoras de petróleo, en valores superiores a 1000 NMP/g.

Los valores muestran una tendencia general ascendente al internalizarse en el estuario. En la campaña de septiembre se hallaron los mayores recuentos (>100000 NMP/g) en las estaciones E3 (Puerto de Ing. White), E4 (Puerto Galván) y E6 (Canal Maldonado).

Los resultados obtenidos en cuanto a la cuantificación de bacterias degradadoras de hidrocarburos en los muestreos realizados en el año 2012 se resume en el siguiente gráfico:



### 3. Monitoreo de Aportes no Industriales

#### Descargas Pluviales

##### Objetivo

Desde el año 2008 se incorporó el monitoreo de descargas pluviales y de otros cuerpos de agua dulce superficial que vuelcan al estuario de Bahía Blanca. El objetivo de dicho monitoreo es evaluar posibles fuentes aún no identificadas, que aporten cadmio y otros metales al cuerpo receptor.

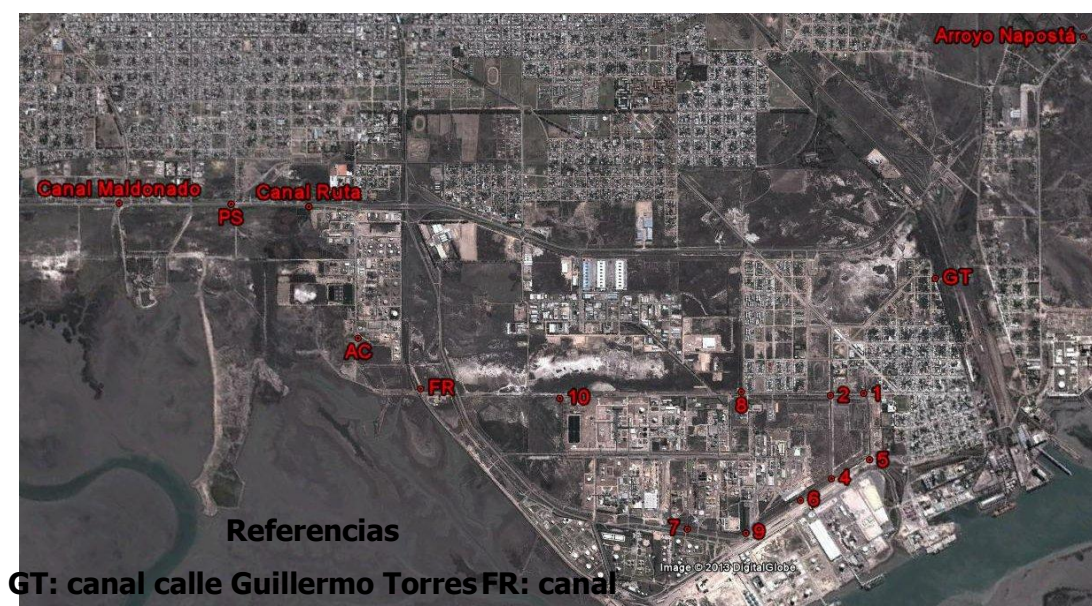
Se realizó el mismo plan de trabajo que el utilizado durante el año 2011. Se muestrearon todos aquellos canales pluviales a cielo abierto cuyo destino final es el estuario de Bahía Blanca.

##### Muestreo

Las ubicaciones de los muestreos fueron las utilizadas en monitoreos anteriores y se indica en el plano 1 presentado a continuación.

Los muestreos de los canales se planificaron de manera tal de tomar las muestras luego de las 12 horas de registrarse una precipitación, esperando que la mayoría de los canales alcanzaran un nivel importante de agua que permitiera la toma de muestra y realizar la determinación *in situ* de algunos parámetros. Esta condición de muestreo es importante para evitar toda posible contaminación cruzada con las aguas subterráneas que pueden aflorar en los fondos de los canales pluviales (en muchas ocasiones y sin haberse registrado precipitaciones, se puede observar sobre el fondo de los canales agua estancada en escasa cantidad, que corresponde al afloramiento del agua subterránea).

**Plano 1, ubicación de los sitios de muestreo de canales pluviales.**





Durante el año 2012 se realizaron 3 campañas de muestreo, los días 9 de agosto, 17 de octubre y 19 de diciembre.

Las tomas de muestra, conservación y transporte, se realizaron siguiendo las metodologías recomendadas por los "Métodos Normalizados de Análisis para Agua Potable y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17<sup>o</sup> edición.

### Realización de Análisis

Al momento del muestreo se realizaron mediciones de algunos parámetros *in situ* (pH, conductividad eléctrica, temperatura y turbidez). Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio del CTE donde en algunos casos se realizaron análisis de BTEX y se separaron alícuotas que fueron enviadas a un laboratorio externo donde se analizaron metales (cadmio, zinc, cobre, plomo, níquel y cromo).

Las determinaciones analíticas se realizaron siguiendo las metodologías recomendadas por los "Métodos Normalizados de Análisis para Agua Potable y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF 17<sup>o</sup> edición y las recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU, EPA-SW 846.

Se realizaron un total de 208 determinaciones analíticas (análisis de BTEX, análisis de metales y determinaciones *in situ*).

### Informe de Resultados

A continuación se presentan las tablas con los resultados de cada una de las campañas de monitoreo realizadas.

#### Muestreo de canales pluviales 9 de agosto de 2012.

Sitio	1	2	5	8	PS	AC	FR
pH (upH)	8,9	9,0	8,0	8,8	8,3	8,2	8,2
Conductividad (mS/cm)	4,16	4,76	2,08	0,94	1,45	0,57	6,37
Cadmio (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zinc (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,02	0,08	0,01	0,03	0,01
Cobre (mg/l)	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,020	< 0,006	0,010	< 0,006
Plomo (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Níquel (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Los canales 4, 6, 7 y 9 se encontraban sin caudal de agua suficiente para el muestreo.

Los canales 10 y GT (calle Guillermo Torres) contenían agua estancada

AC: canal de Av- Colón; FR: canal de calle Fitz Roy; PS (canal frente al barrio Puertas del Sur)



**Muestreo de canales pluviales 17 de octubre de 2012.**

Sitio	4	5	7	8	PS
pH (upH)	9,0	9,2	8,3	8,0	8,0
Conductividad (mS/cm)	18,60	20,90	3,77	9,70	1,10
Cadmio (mg/l)	n/a	n/a	< 0,005	n/a	< 0,005
Zinc (mg/l)	n/a	n/a	0,06	n/a	0,07
Cobre (mg/l)	n/a	n/a	< 0,006	n/a	0,008
Plomo (mg/l)	n/a	n/a	< 0,01	n/a	< 0,01
Níquel (mg/l)	n/a	n/a	< 0,01	n/a	< 0,01
Cromo (mg/l)	n/a	n/a	< 0,01	n/a	< 0,01

n/a: no analizado. Los canales 1, 2, 9, GT y Canal Ruta contenían agua estancada.

**Muestreo de canales pluviales 19 de diciembre de 2012.**

Sitio	1	2	5	7	8	Canal Ruta	PS	AC
pH (upH)	8,3	9,2	8,1	8,0	8,0	7,8	8,8	8,5
Conductividad (mS/cm)	2,19	12,70	1,19	0,74	1,16	2,06	0,56	0,30
Temperatura (°C)	19,2	18,8	16,2	17,0	17,4	17,2	18,4	18,4
Cadmio (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zinc (mg/l)	0,14	0,04	0,30	0,05	0,02	0,02	0,20	0,02
Cobre (mg/l)	0,010	< 0,006	< 0,006	0,020	0,010	< 0,006	0,020	0,006
Plomo (mg/l)	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Níquel (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benceno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolueno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etil-benceno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
p-Xileno (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Las principales observaciones fueron:

- No se detectó la presencia de cadmio, cromo y níquel sobre las 17 muestras analizadas.
- Cobre: se detectó en 8 de las 17 muestras analizadas, sin embargo los valores encontrados fueron bajos, siendo el promedio de 0,013 mg/l y el máximo de 0,020 mg/l.
- Plomo: se detectaron en 3 de los 17 análisis valores iguales al límite de detección (0,01 mg/l).
- Zinc: Los valores detectados oscilaron desde 0,01 a 0,30 mg/l, siendo el promedio 0,07 mg/l.
- En ninguno de los sitios se detectó la presencia de BTEX.

## **Discusión de Resultados**

A fin de evaluar los resultados obtenidos se consideran dos alternativas.

Por una parte, y teniendo en cuenta que el objetivo del monitoreo es evaluar los aportes al estuario, se puede considerar aceptable comparar los resultados con la Resolución 336/03 ya que, al igual que el resto de los afluentes del estuario, al ingresar en él, sufren procesos de dilución. Con este criterio, se puede indicar que todos los valores obtenidos se encuentran por debajo de los límites admisibles.

En segundo lugar, se puede considerar a estos cursos de agua como cuerpos receptores. En este sentido, y comparando con los niveles guía del Dto 831/93 (para agua salobre), se observa que de todos los análisis realizados solo en una oportunidad el zinc, en el canal denominado "PS" (canal del barrio Puertas del Sur) supero el nivel guía, mientras que para el resto de los metales nunca superaron el nivel guía. Si comparamos con los niveles guía del NOAA también supera el nivel de zinc en 2 de los canales: canal 1 y canal PS.

## 4. Otros Monitoreos.

### Monitoreo de la Descarga Cloacal Planta Depuradora 1ra Cuenca

En Marzo de 2012, se completó la quinta etapa del proyecto: "Evaluación de reuso de los efluentes cloacales de la cuenca hídrica de Bahía Blanca, con destino agrícola y/o industrial", en el marco del convenio específico firmado entre MBB-UTN/FRBB-ABSA y AIQBB, finalizando así con las campañas de muestreo y análisis realizadas por el CTE. Queda pendiente la sexta etapa del proyecto donde se realizará la evaluación de los resultados y se elaborará el informe final, a cargo de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Bahía Blanca (UTN-FRBB).

#### Marco Legal

Para evaluar los análisis se comparan los resultados con los límites admisibles establecidos en la Res. ADA Nº 336/03 para descargas a cuerpo de agua superficial, y con los de la Ley 11820 del Marco Regulatorio para la prestación de los servicios públicos de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Buenos Aires.

#### Muestreo

Todas las tareas que comprenden el muestreo, conservación y traslado de las muestras fueron realizadas por personal del CTE aplicando los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales de APHA, AWWA, WPCF, EPA y ASTM.

Durante una semana por estación en las cuatro estaciones del año (entre Mayo de 2011 y Marzo de 2012), utilizando un equipo muestreador automático Teledyne ISCO Modelo 6700, se recolectaron las 24 muestras por día en envases de 1000 ml, programando el equipo para tomar una porción de muestra de 500 ml cada media hora, hasta completar las 24 hs de muestreo. El equipo se colocó aproximadamente desde las 10 hs. hasta las 9 hs. del día siguiente. Paralelamente, se midió *in situ* el pH y la temperatura (resultados presentados en este informe) así como los caudales vertidos, las condiciones climáticas durante el período de muestreo y las descargas de camiones atmosféricos por el *by pass* de la planta (resultados a presentarse luego de cumplida la sexta etapa del proyecto).

#### Realización de Análisis

Todas las determinaciones analíticas se realizan utilizando métodos internacionales del manual de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales publicado por la APHA-AWWA-WPCF, 17º edición, 1992. Dichos métodos son los establecidos en la legislación vigente, Resol. 336/03 de la ADA o bien algún equivalente de mejor calidad analítica.

Parámetros Físicoquímicos: Con las 24 botellas obtenidas, se preparó 1 muestra compuesta del día, y se le realizaron los análisis establecidos en el convenio en las 27 muestras:

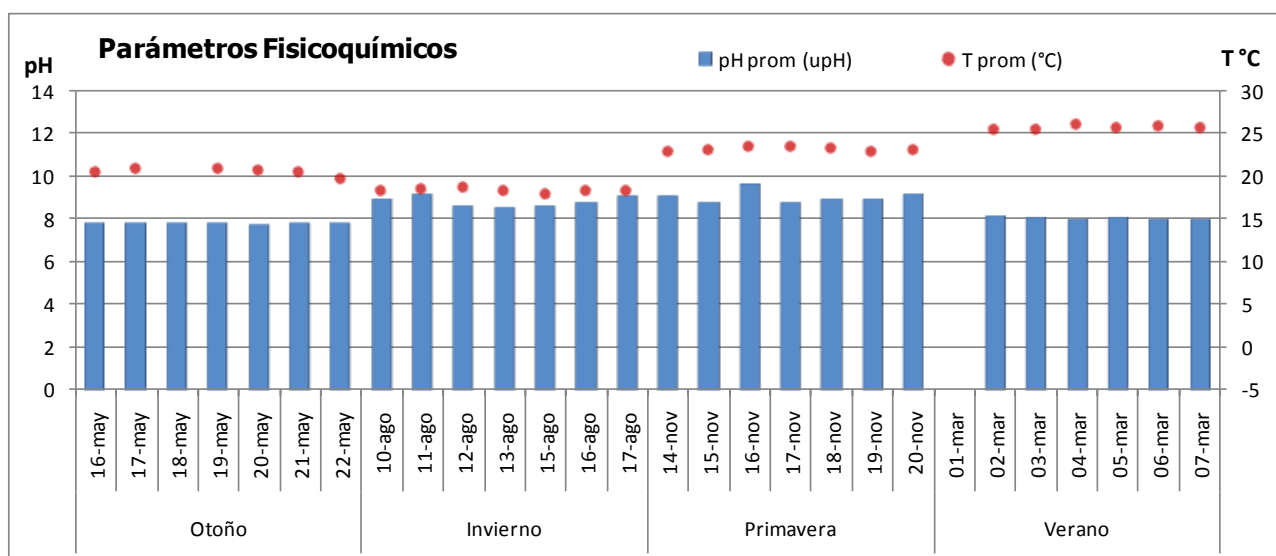
- Laboratorio de Análisis Industriales del CTE: DQO, DBO, Sólidos (sedimentables 10 ' y 2 h, totales, fijos, volátiles, disueltos totales, disueltos fijos, disueltos volátiles), Nitrógeno Total y Sulfuros.
- Laboratorios externos habilitados por el OPDS según Res. N° 504/01: Plomo, Cobre, Zinc, Cromo, Cadmio, Cobalto, Bario, Niquel, Vanadio, Talio, Estaño, Titanio, Berilio, Sodio, Selenio, Boro, Arsénico, Aluminio, Estroncio, Fluoruros, Cianuros, Cloruros, Mercurio, Antimonio.

Parámetros Bacteriológicos: Realizados por la Cátedra de Microbiología General de la Universidad Nacional del Sur. Se analizó Coliformes fecales, Escherichia coli y Enterococcus spp. realizando 3 muestreos diarios (3 hs, 8 hs y 22 hs), sumando un total de 83 muestras.

## Resultados

A continuación se presentan los resultados de las determinaciones y análisis de todas las campañas.

Durante todo el muestreo la temperatura y el pH se encontraron dentro de los valores admisibles por la legislación considerada. En el siguiente gráfico se observan las variaciones estacionales de los valores promedios de pH y temperatura:



La muestra compuesta del día 04/03/12 no fue analizada por un problema técnico en el equipo automático.

Las determinaciones de parámetros de calidad del efluente, bacteriológicos y metales, arrojaron valores que en algunas ocasiones superaron los límites admisibles por la legislación. La siguiente tabla resume la cantidad de desvíos respecto a cada legislación:

Cantidad de Desvíos a la legislación		
Parámetros	Resolución 336/03	Ley 11820
DQO <sup>4</sup>	24 (100%)	24 (100%)
DBO <sup>5</sup>	20 (100%)	20 (100%)
SS <sup>6</sup> 10 Min	26 (100%)	26 (100%)
SS <sup>7</sup> 2 hs	26 (100%)	26 (100%)
Nitrógeno Total	18 (66%)	27 (100%)
Sulfuros	24 (88%)	24 (88%)
Mercurio	0 (0%)	8 (30%)
Aluminio	2 (7%)	2 (7%)
Coliformes Fecales	83 (100%)	83 (100%)

En el Anexo – Estuario de Bahía Blanca se encuentran los gráficos I al VII (páginas 70 a la 76) donde se muestran los valores diarios de cada parámetro analizado y los límites admisibles.

Los metales (plomo, cobre, zinc, cromo, cadmio y níquel) que se vienen estudiando en el estuario y en los peces, se detectaron también en el efluente cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca, a excepción del cadmio, sin embargo en ningún caso superan lo permitido por las legislaciones consideradas. El otro metal que también se estudia es el mercurio, mencionado en la tabla anterior sobrepasando la Ley 11820.

También es destacable la presencia de cobre en todas las muestras.

En la siguiente tabla se observa la cantidad de muestras en que se encontraron estos metales y el porcentaje que esto representa:

Principales metales con valores admisibles para la legislación		
Metal	Nº muestras detectados	% detectados
Plomo	5	25%
Cobre	27	100%
Zinc	20	74%
Cromo	10	37%
Cadmio	0	0%
Níquel	3	15%

<sup>4</sup> DQO: Demanda Química de Oxígeno

<sup>5</sup> DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

<sup>6</sup> SS: Sólidos Sedimentables

<sup>7</sup> SS: Sólidos Sedimentables

## **Monitoreo de la Descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca y su impacto sobre la zona más interna del estuario.**

### **Introducción**

Desde marzo de 2009 el CTE viene realizando el seguimiento y monitoreo de la descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca, y su impacto sobre la zona más interna del estuario.

Las zonas seleccionadas para evaluar el impacto se habían establecido durante los primeros años de monitoreo sobre la compuerta del balneario Maldonado. Posteriormente, y debido a que el balneario dejó de utilizar agua de mar para recreación, se seleccionó un área más alejada de la compuerta, ubicada sobre la costa del ex - club Almirante Brown canal afluente del Saladillo de García, conocido también como Paseo Costero. De esta manera se cuenta con un punto de muestreo directamente relacionado con las descargas cloacales de la planta sobre la zona interna del estuario.

### **a. Monitoreo de la Descarga Cloacal 3<sup>ra</sup> Cuenca Villa Irupé**

#### **Marco Legal**

La Resolución Nº 1826/2006 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) establece que la descarga cloacal de la planta depuradora de la 3<sup>ra</sup> cuenca debe cumplir con los límites admisibles establecidos en la Res. ADA Nº 336-2003 para descargas a cuerpo de agua superficial, dado que el cuerpo receptor de vuelco de dicha descarga es el arroyo Saladillo de García.

#### **Muestras**

El periodo monitoreado fue de Marzo a Diciembre de 2012, muestreando en 10 oportunidades aproximadamente cada 30 días.

El punto de muestreo de la descarga cloacal 3<sup>ra</sup> Cuenca Villa Irupé está ubicado dentro del predio de ABSA (38° 43 '1,78" Sur y 62° 20 '52,86" Oeste), en el punto final de vuelco, aguas abajo del sistema de tratamiento de efluente líquido, debido a que la planta no posee cámara de inspección.



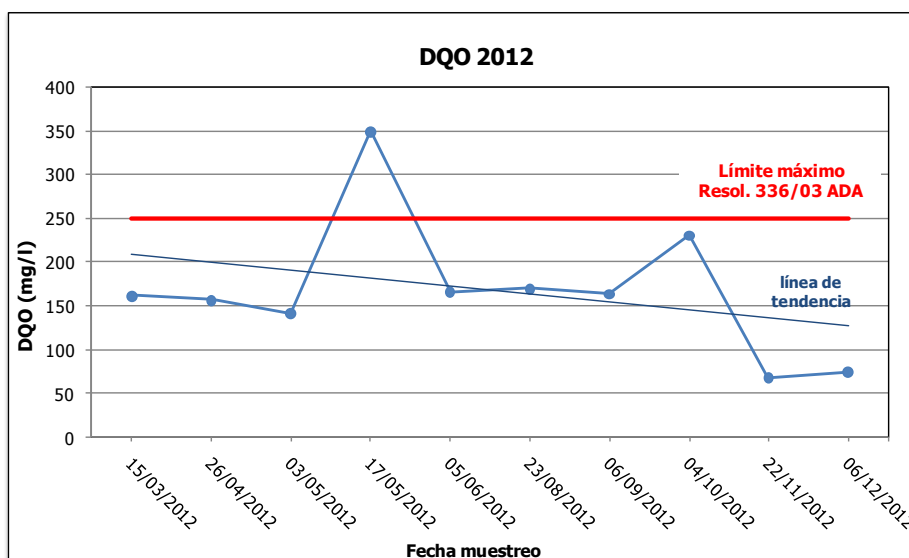
### Plano de Ubicación del punto de muestreo en la 3<sup>ra</sup> Cuenca Cloacal

Los parámetros fisicoquímicos se determinaron *in situ*, y se tomaron muestras para determinaciones de parámetros de calidad de agua, metales y microbiológicas. Para la toma de muestras se aplicó la metodología recomendada en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17<sup>o</sup> edición.

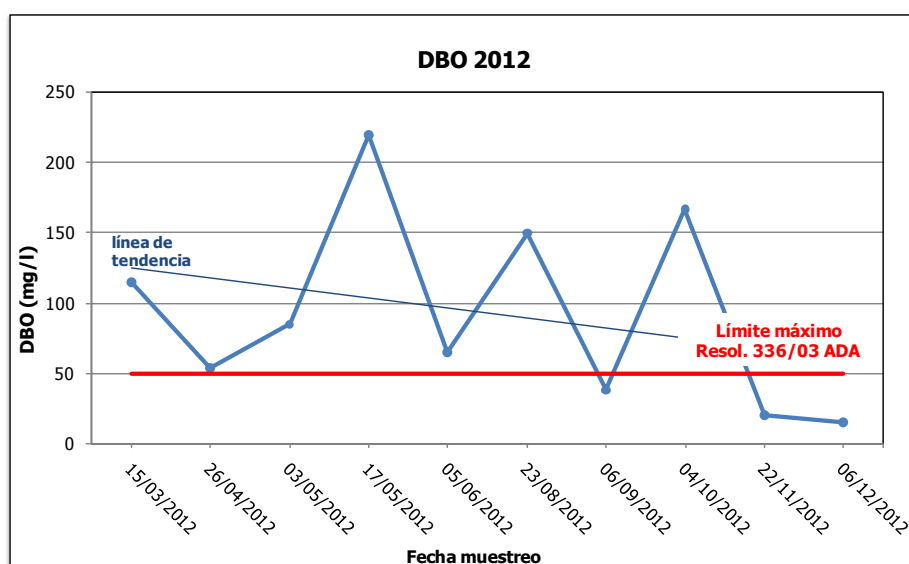
### Resultados

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que:

- El pH presentó una baja variabilidad, con un promedio de 7,5 upH, con un valor máximo de 7,8 upH y un mínimo de 7,2 upH.
- No se detectó la presencia Cloro libre en las muestras.
- Solo en una oportunidad se superó la norma para Sólidos Sedimentables en 10 minutos.
- La Demanda Química de Oxígeno (DQO), en una ocasión (10%) superó el límite admisible para descarga, mientras que los valores generales presentaron un promedio de 169 mg/l, con un máximo de 350 mg/l y un mínimo de 68 mg/l. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



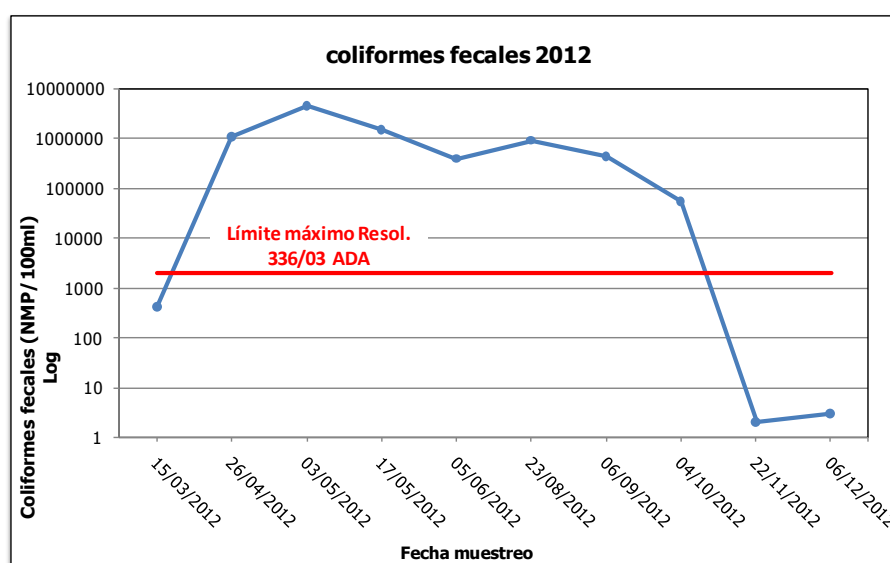
- El 70% de las determinaciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) superaron el límite admisible para descarga, mientras que los valores generales presentaron un promedio de 93 mg/l, con un máximo de 220 mg/l y un mínimo de 15 mg/l. Cabe destacar que en los dos últimos muestreos los valores estuvieron por debajo del límite admisible. Esta situación podría deberse a que durante los meses de noviembre y diciembre, se comenzó a implementar un nuevo sistema -provisorio- de oxigenación a los reactores biológicos, mediante el cual se inyectó oxígeno líquido con el fin de optimizar el tratamiento del efluente que llega a la planta<sup>8</sup>. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



<sup>8</sup> Información extraída del sitio web oficial de ABSA. <http://www.aguasbonaerenses.com.ar/detalle-prensa.php?id=81>



- El 70% de las determinaciones de coliformes fecales superaron el límite admisible para descarga, con valores máximos superiores a 4600000 NMP/100ml y un mínimo <2 NMP/100ml. Es de destacar que en el año 2011, el 100% de las determinaciones arrojaron valores mayores al límite admisible. Además en los dos últimos muestreos los bajos recuentos (<2 y <3 NMP/100ml), al igual que se comentó para la DBO, podrían deberse a la implementación del nuevo sistema de oxigenación. Esto puede visualizarse en el gráfico contiguo.



Esta misma tendencia también se evidenció en los recuentos de *Enterococcus* spp, que presentaron valores máximos de 1590000 UFC/100ml y un mínimo < 1 UFC/100ml.

En la Tabla E del Anexo – Estuario de Bahía Blanca (página 77) se presentan los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en las muestras tomadas en la descarga cloacal de la planta depuradora de la 3<sup>ra</sup> cuenca -Villa Irupé.

## **b. Evaluación del impacto de la descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca en la zona interna del Estuario.**

### **Marco Legal**

La Resolución ADA Nº 42/2006 establece como valor de referencia para Enterococos en aguas marina de uso recreativo un valor de 36 colonias/100 ml.

La misma Resolución establece un valor guía para Coliformes fecales en agua dulce (que puede ser expresado como *E. coli*) de 126 UFC/100ml; si bien este no es un valor de referencia válido ya que nuestras determinaciones se realizan en agua de mar, el objetivo es disponer de un valor de comparación que asegure niveles confiables para aguas marinas de uso recreativo.

## Muestras

Se aplicó la metodología de toma de muestra recomendada en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales", APHA-AWWA-WPCF, 17<sup>o</sup> edición.

Se estableció para el monitoreo un punto de muestreo ubicado sobre la costa del ex - club Almirante Brown canal afluente del Saladillo de García.

Sobre esta área se procedió al muestreo de agua y sedimentos, y se realizaron las determinaciones bacteriológicas para evaluar el impacto de la descarga cloacal sobre la zona más interna del estuario.

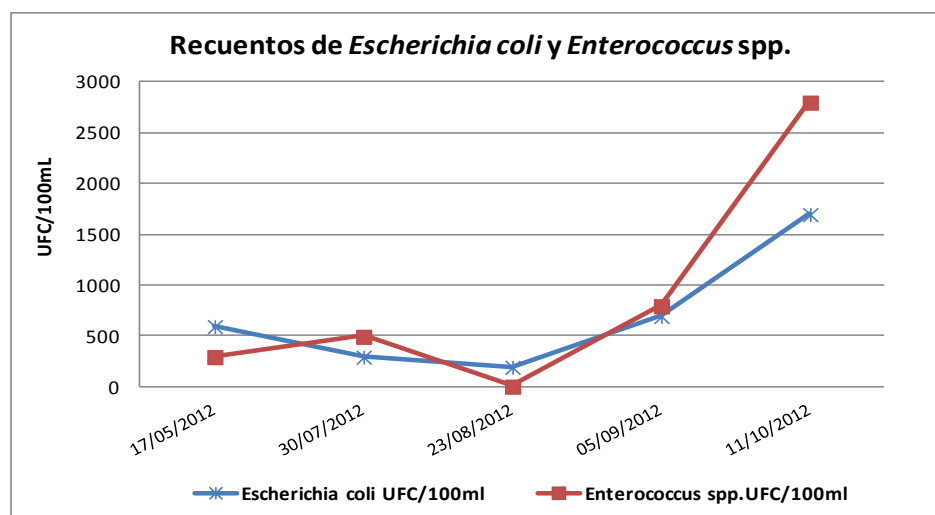
Tanto en las muestras líquidas como en los sedimentos, se realizó la determinación de *Escherichia coli* y *Enterococcus spp.*

## Resultados

Se detectaron valores elevados de *Escherichia coli* en agua. Los recuentos variaron entre 200 hasta 1700 UFC/100 ml, por lo que el 100% de los análisis superaron el valor guía que utilizamos de comparación (126 UFC/100ml), recordando que este hace referencia a aguas dulces.

Por su parte, la determinación de *Enterococcus spp.* superó en el 80% de los casos el valor de referencia de la Res. ADA N° 42/2006 (36 colonias/100 ml para aguas marinas de recreación) con recuentos entre 10 y 2800 UFC/100ml.

En los siguientes gráficos se presentan los recuentos de *E. coli*, *Enterococcus spp.* en agua.





Sobre los sedimentos, las determinaciones de *Escherichia coli* fueron de 190 y 430 UFC/g y los recuentos de *Enterococcus* spp. lo hicieron entre 320 y 1160 UFC/g.

Estos últimos constituyen los primeros registros de recuentos bacterianos sobre sedimentos, de los cuales disponemos para poder realizar en un futuro estimaciones integradas en el tiempo sobre la descarga cloacal y su impacto en una de las zonas más frágiles del sistema estuarino.

## 5. Conclusiones generales

### a. Parámetros oceanográficos y fisicoquímicos

La distribución horizontal de los parámetros físicoquímicos presentó –en general– una tendencia homogénea, sin alteraciones a lo largo de la grilla de muestreo, lo que permite sostener que desde el punto de vista oceanográfico esta zona funciona como una unidad.

Dentro de los parámetros físicoquímicos estructurales del sistema, la temperatura presentó una tendencia de distribución similar a la descripta históricamente, pero con algunas variaciones en sus niveles, que indican un lento calentamiento del sistema.

Los valores de pH se han mantenido estables a lo largo del tiempo, con una media histórica (evaluada solo sobre 2 estaciones) de 8,15 upH. La media de este período sobre las 7 estaciones monitoreadas fué de 8,0 upH.

No existieron variaciones de turbidez y oxígeno disuelto, y ambos parámetros se comportaron de manera similar a los históricos registrados.

### b. Sustancias potencialmente contaminantes

#### Metales disueltos en agua

Se detectaron concentraciones de metales pesados disueltos en agua de mar durante todas las campañas y estaciones de monitoreo.

Las concentraciones anuales promedio de cadmio, zinc, cromo y níquel - excepto níquel en la estación E6 (Canal Maldonado) - se mostraron similares a los registros históricos.

Los valores promedios anuales de plomo y mercurio se ubican por debajo de la media histórica; mientras que las concentraciones promedio anual de cobre y níquel en la estación E6 están por encima de la media histórica observada para cada metal, en particular las elevadas concentraciones de cobre en la campaña de diciembre, las cuales superaron los niveles guía de referencia de la NOAA para exposición aguda y crónica, y del Decreto 831/93.

Si bien las concentraciones de zinc anuales se mostraron similares a los registros históricos, todos los valores de este período superaron el valor de referencia establecido por el Decreto 831/93.

Un único valor de níquel en la estación E6 durante el mes de diciembre, superó el nivel de referencia establecido por la NOAA para exposición crónica y el del Dec. 831/93.

Con respecto al mercurio, el 29,1% de los registros superaron el valor establecido por el Dec. 831/93.

### **Metales en sedimentos**

Se detectó la presencia de metales en los sedimentos de todas la campañas y en todas las estaciones muestreadas.

Las concentraciones anuales promedios de plomo, níquel, cobre (excepto en la estación E5) y zinc (excepto estaciones E1 y E2) se mostraron similares a la media de los registros históricos.

Los valores promedios anuales de cadmio, cromo, mercurio (excepto en la E5) y zinc para las estaciones E1 y E2, se ubican por debajo de la media histórica; mientras que las concentraciones promedio anual de cobre en la E6 y mercurio en la E5, están por encima de la misma.

Ninguna de las distribuciones observadas presentó predominio de algún metal en el área de estudio, excepto para el mercurio, en donde se aprecia que la estación E5 está fuertemente influenciada por la descarga del canal colector del polo petroquímico.

En ninguna oportunidad, los valores de plomo y cromo superaron los niveles de referencia de la NOAA.

Dos valores de cadmio superaron el nivel más exigente de la NOAA, ambos en la estación E5. Los valores de cobre superaron en alguna oportunidad los niveles de TEL y dos valores de detectados en la estación E5 superaron el nivel ERL de la NOAA. Respecto del zinc, solo el máximo valor detectado sobre la estación E6 superó el nivel TEL de la NOAA. De manera similar, solo el máximo valor detectado de níquel superó ligeramente el valor de referencia TEL de la NOAA.

Comparando las concentraciones de metales en sedimentos informadas en otros ambientes del mundo, podemos observar un amplio espectro en los resultados informados, con rangos de concentraciones variables incluso en aquellos ambientes que consideramos prístinos como las reportadas en las bases antárticas. En particular es de destacar que las concentraciones de mercurio en el estuario de Bahía Blanca han ido en disminución desde la década de los 80 a la fecha, incluso que se observan mayores concentraciones de este metal en Mar Chiquita y Bahía Samborombon. Esta última con valores mayores a los reportados recientemente en la Bahía de Minamata, una ciudad tristemente famosa por la contaminación con mercurio de los peces de la bahía, que intoxicaron a la población en la denominada "Enfermedad de Minamata".

## **Hidrocarburos Aromáticos policíclicos (PAH´s)**

Los niveles determinados de hidrocarburos aromáticos policíclicos en los sedimentos superficiales del área de estudio en el estuario, presentaron concentraciones muy bajas que se pueden corresponder con un ambiente poco impactado correspondientes a nivel I de bajo a moderado impacto antrópico, de acuerdo a los criterios de Long *et al.*, 1995.

El rango de concentración para la sumatoria de PAHs totales osciló para este período entre menores al límite de detección y 1999 ng/g.

Es de destacar que las máximas concentraciones fueron determinadas en la estación E5, presumiendo que esta estación esta siendo fuertemente influenciada por la descarga del canal del polo petroquímico; y solo la sumatoria de PAH´s totales en esta estación supera el más exigente nivel de la NOAA (TEL).

Comparando los resultados de este período respecto de monitoreos en años anteriores, los rangos obtenidos para la sumatoria de PAH totales fue ligeramente superior a la informada en los monitoreos del 2009 y 2011, pero muy inferior a los registros del 2010; al igual que en años anteriores, se registra predominancia de PAHs de bajo peso molecular.

Comparando las concentraciones reportadas en otros lugares del mundo podemos observar ambientes con menores concentraciones de PAH´s a las reportadas para nuestro estuario, pero por otra parte, ambientes que consideramos deberían presentar muy bajas concentraciones ó menores a las reportadas para nuestro estuario, muestran rangos de concentraciones mayores. Vemos que, ambientes prístinos como los lagos en montañas europeas, los cuales no presentan descargas ó desechos industriales ni domiciliarios, no están sometidos a una fuerte presión turística, ni expuestos al tránsito vehicular ni marítimo, presentan concentraciones de PAH´s en los sedimentos, en valores mayores a los reportados para nuestro estuario, eso dá cuenta de la importancia que tiene el transporte de los contaminantes por la vía atmosférica (R. Quiroz Muñoz; 2009).

## **Pesticidas organoclorados**

En líneas generales los valores de pesticidas organoclorados detectados son bajos, y su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que lo están incorporando al estuario, dado que son sustancias químicas sintéticas que no existen en la naturaleza.

Los valores detectados de Endosulfán II y Mirex son similares a reportados en informes previos de este programa de monitoreo.

A diferencia de muestreos en años anteriores, no se detectó en esta oportunidad residuos derivados del DDT (DDE y DDD).

### **Metales en peces**

Se detectó la presencia de metales pesados en los tejidos de las especies de peces estudiadas.

En general, todos los metales presentaron mayores concentraciones en el hígado que en el músculo.

En hígado de corvina no se determinó la presencia de cromo, níquel ni plomo, y las concentraciones de cadmio, cobre, mercurio y zinc resultaron similares ó incluso inferiores a los registros históricos. En músculo de corvina, cabe destacar que se detectó una concentración de zinc de 44 µg/g que supera el nivel máximo establecido por la FAO para consumo humano (hasta 40 µg/g), también se determinó la presencia de cobre y mercurio, que resultaron similares e incluso inferiores a los registros históricos.

En los tejidos de la pescadilla podemos mencionar que en hígado, se detectó la presencia de cadmio, cobre, mercurio y zinc en bajas concentraciones, y no se detectó la presencia de cromo, níquel ni plomo. Con respecto al músculo de la pescadilla cabe destacar que el mercurio superó el límite máximo establecido por el Código Alimentario Argentino para consumo humano, con un valor de 0,59 µg/g (nivel máximo hasta 0,5 µg/g del CAA).

Respecto a los valores de metales en saraquita, no se detectó la presencia de cadmio, ni plomo en los tejidos de la especie estudiada, y los valores de mercurio resultaron similares a los reportados en el último informe 2011. Lo más destacado fue la detección de niveles altos de zinc en hígado respecto de los informados en el 2011. El resto de los metales presentaron concentraciones similares a las reportadas durante el 2011.

Al igual que el informe del 2011, el hallazgo de metales en los tejidos de la saraquita es muy importante, porque demuestran que los compuestos metálicos que ingresan al estuario se presentan en formas químicas adecuadas para ser incorporados por los organismos (biodisponible), y de tal manera poder acumularse y eventualmente producir efectos tóxicos en caso que los niveles almacenados superen los umbrales críticos para esta especie (umbrales de toxicidad aún no determinados para esta especie en este ambiente).

### **c. Microbiología**

Como en años anteriores, las descargas cloacales continúan impactando sobre la calidad bacteriológica del estuario, durante este período y coincidentemente con los resultados de los muestreos del año 2009, 2010 y 2011, los valores más altos de *E. coli* se registraron en la estación E2 (influenciada por la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca). También se observó un aumento paulatino en las estaciones internas, particularmente en la estación E6 (Canal Maldonado) influenciada por la descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca.

En todos los sitios de muestreo se detectó la presencia de bacterias degradadoras de hidrocarburos, en valores superiores a 1000 NMP/g en sedimentos.

En general, los valores muestran una tendencia ascendente al internalizarse en el estuario.

### **d. Monitoreo de aportes no industriales - descargas pluviales.**

En ninguna oportunidad se superaron los límites admisibles de la Res. 336/03, considerando estos cursos de agua como descargas al estuario.

De acuerdo a los valores obtenidos, y si evaluamos estos canales como cuerpos receptores se observa que el zinc superó una vez el Decreto 831/93 y en 2 oportunidades el establecido por la NOAA.

De todas maneras, teniendo en cuenta los resultados en agua, sedimentos y peces del estuario, se programó para el año 2013 un programa intensivo de monitoreos sobre afluentes del estuario.

### **e. Otros monitoreos**

#### **Monitoreo de la Descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca**

Los parámetros DBO, DQO, SS, Nitrógeno total, Sulfuros y coliformes totales presentaron valores superiores a los admisibles, evidenciando la falta de tratamiento de los residuos cloacales de la 1<sup>ra</sup> cuenca.

Es preocupante el aporte de materia orgánica en abundancia que se descarga al estuario de Bahía Blanca, y su potencial riesgo sanitario y ecológico.

Las conclusiones restantes se publicarán luego en el informe final elaborado por la UTN-FRBB según establece el convenio específico firmado para el presente proyecto de evaluación.



### **Monitoreo de la Descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca**

Los resultados evidencian que la planta depuradora de la 3<sup>ra</sup> cuenca -Villa Irupé presentó una deficiencia en el tratamiento hasta Octubre de 2012, mientras que en Noviembre y Diciembre los parámetros no fueron objetables.

Como surge del análisis de los parámetros hasta Octubre, los recuentos de bacterias coliformes fecales, salvo en el primer muestreo (420 NMP/100 ml en Marzo), superaron el límite establecido por la legislación provincial (2000 NMP/100 ml), evidenciando una falta de eficiencia del tratamiento de los efluentes cloacales.

Esta baja eficiencia también se observó en los valores de la DBO que en el 70% de los muestreos realizados resultaron por encima de la legislación.

Asimismo, a partir de Noviembre y aparentemente como resultado de implementar un nuevo sistema de oxigenación en los reactores biológicos, los parámetros no evidenciaron deficiencia del tratamiento de los mismos. Los resultados de Noviembre y Diciembre de coliformes fecales fueron menores al límite de detección (<2 y <3 NMP/100mL); los de la DBO (20 y 15 mg/l) y la DQO (68 y 75 mg/l) respectivamente a los meses informados.

### **Evaluación del impacto de la descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca en la zona interna del Estuario.**

Los recuentos bacteriológicos sostenidos y la constante presencia de indicadores fecales manifiestan un claro impacto de esta zona por la descarga cloacal de la 3<sup>ra</sup> cuenca.

La determinación de *Enterococcus* spp superó en el 80% de los casos el valor de referencia de la Res. ADA N° 42/2006.

La determinación de *Escherichia coli* presentó recuentos que variaron entre 200 hasta 1700 UFC/100 ml.

En los sedimentos, las determinaciones de *Escherichia coli* presentaron valores de 190 y 430 UFC/g y los recuentos de *Enterococcus* spp. fueron de 320 y 1160 UFC/g.

Estos últimos constituyen los primeros registros de recuentos bacterianos sobre sedimentos, de los cuales disponemos para poder realizar en un futuro estimaciones integradas en el tiempo sobre la descarga cloacal y su impacto en la zona más frágil del sistema estuarino.

Los valores informados en este período resultaron similares a los informados en el período 2010.



## **Evaluación del desempeño**

Las tareas programadas durante este período, tanto para el monitoreo del estuario, de los pluviales y las descargas cloacales, se han realizado satisfactoriamente a lo planificado a principios del 2012, y que fueran oportunamente presentadas al CCyM en la reunión del 9 de octubre de 2012.

Algunos datos fisicoquímicos en la estación E6 durante la campaña de marzo y la imposibilidad de medir metales pesados en hígado de la saraquita clase I, fueron tareas que por diferentes inconvenientes no pudieron concretarse.



# ANEXO

**Programa:** Monitoreo de Cuerpos Receptores

**Subprograma:** Estuario de Bahía Blanca

**Tabla A.** Se presentan los valores establecidos por la NOAA y el Decreto 831/93 como guía de referencia para los parámetros inorgánicos disueltos en agua de mar. Los resultados están expresados en  $\mu\text{g/L}$  ó ppb.

Parámetro	Exposición aguda	Exposición crónica	Decreto 831/93
Cadmio	40	8,8	5
Zinc	90	81	0,2
Cromo (total)	No establecido	No establecido	No establecido
Cobre	4,8	3,1	4
Hierro	300	50	No establecido
Mercurio	1,8	0,94	0,1
Níquel	74	8,2	7,1
Plomo	210	8,1	10

**Tabla B.** Indicadores de referencia establecidos por la NOAA para metales pesados en sedimentos marinos superficiales. Las concentraciones están expresadas en  $\mu\text{g/g}$  (ppm) en base seca.

Parámetro	TEL	ERL	PEL	ERM
	"Threshold Effect Level"	"Effects Range-Low"	"Probable Effect Level"	"Effects Range-Median"
Cadmio	0,68	1,2	4,21	9,6
Zinc	124	150	271	410
Cromo (total)	52,3	81	160	370
Cobre	18,7	34	108	270
Mercurio	0,13	0,15	0,7	0,71
Níquel	15,9	20,9	42,8	51,6
Plomo	30,24	46,7	112	218

**Tabla C.** Indicadores de referencia establecidos por la NOAA para la sumatoria de Hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos marinos superficiales. Las concentraciones están expresadas en ng/g (ppb) en base seca.

Parámetro	TEL	ERL	PEL	ERM
	"Threshold Effect Level"	"Effects Range-Low"	"Probable Effect Level"	"Effects Range-Median"
Σ PAHs totales	1684	4022	16770	44792

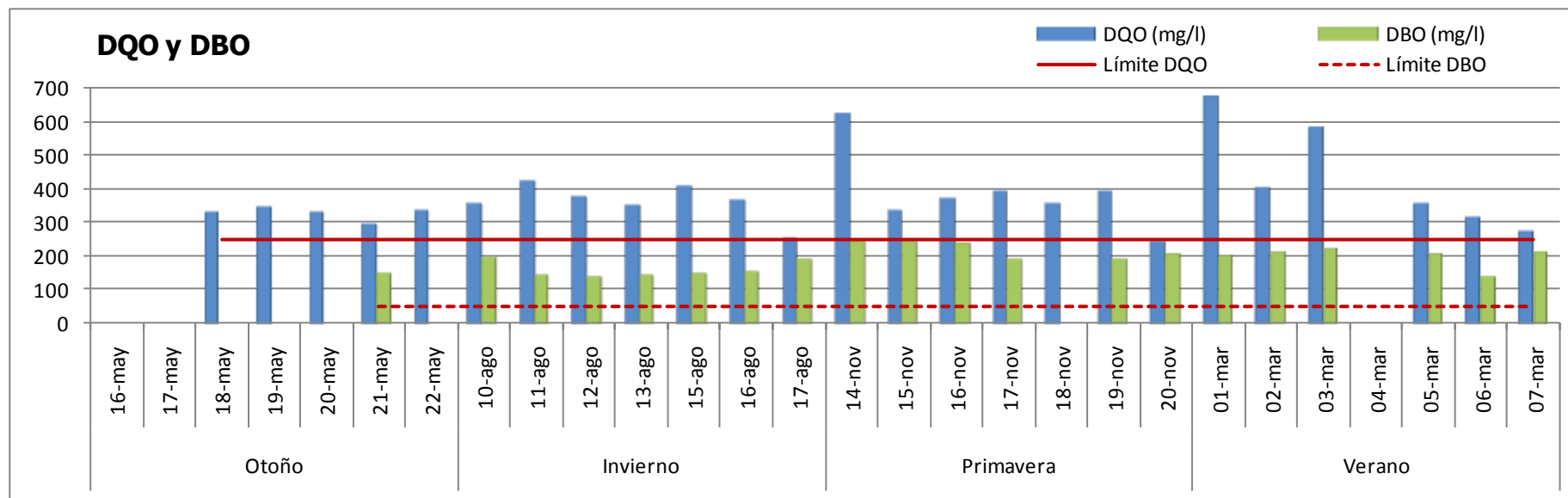
**Tabla D.** Estándares nacionales e internacionales de metales pesados en músculo comestible de peces aceptados como aptos para el consumo humano directo o indirecto. La concentraciones están expresadas en µg/g mús (ppm).

Metal	FAO <sup>(1)</sup>	WHO <sup>(2)</sup>	U.E. <sup>(3)</sup>	U.K. <sup>(4)</sup>	Código Alimentario Argentino <sup>(5)</sup>
<b>Cd</b>	1,00	1,50	0,05	0,05 / 0,30	0,05
<b>Pb</b>	2,00	2,50	0,30	0,20 / 0,40	0,30
<b>Hg</b>	0,5 / 1,00	1,00	0,50	0,50 / 1,00	0,50
<b>Zn</b>	40,00	50,00	---	---	---
<b>Cu</b>	30,00	40,00	30,00 / 45,00	---	---

### Referencias:

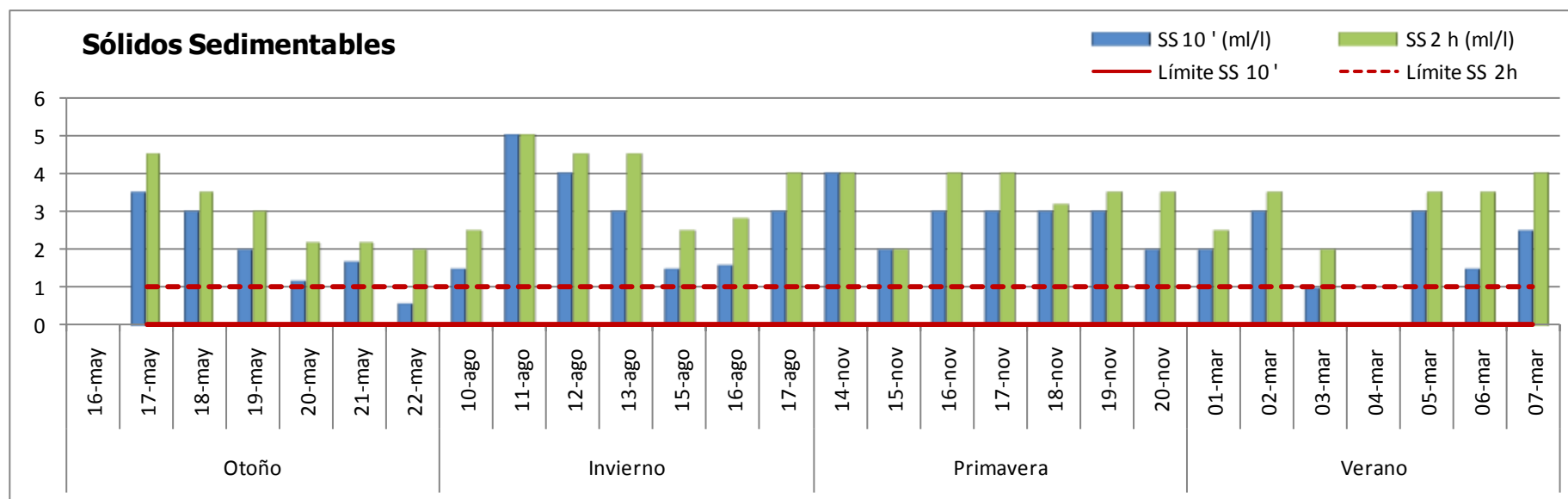
- (1): Nauen (1983)
- (2): World Health Organization (1991)
- (3): Reglamento (CE) Nº 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006
- (4): extraído de FIN Fact Sheet (2006)
- (5): CAA. Cap. III – Modif. Art. 156 – Mercosur/GMC/ Res. Nº 12/11.

**Gráfico I. Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) compuestas de la descarga cloacal de la 1ª cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**



Límites admisibles de la Ley 11820 de la Provincia de Buenos Aires y la Resolución 336/03 de la Autoridad del Agua, coincidentes para cada parámetro.

**Gráfico II. Sólidos sedimentables (SS) en 10' y Sólidos sedimentables (SS) en 2 hs, de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**



Límites admisibles de la Ley 11820 de la Provincia de Buenos Aires y la Resolución 336/03 de la Autoridad del Agua, coincidentes para cada parámetro.

**Gráfico III. Nitrógeno Total de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**

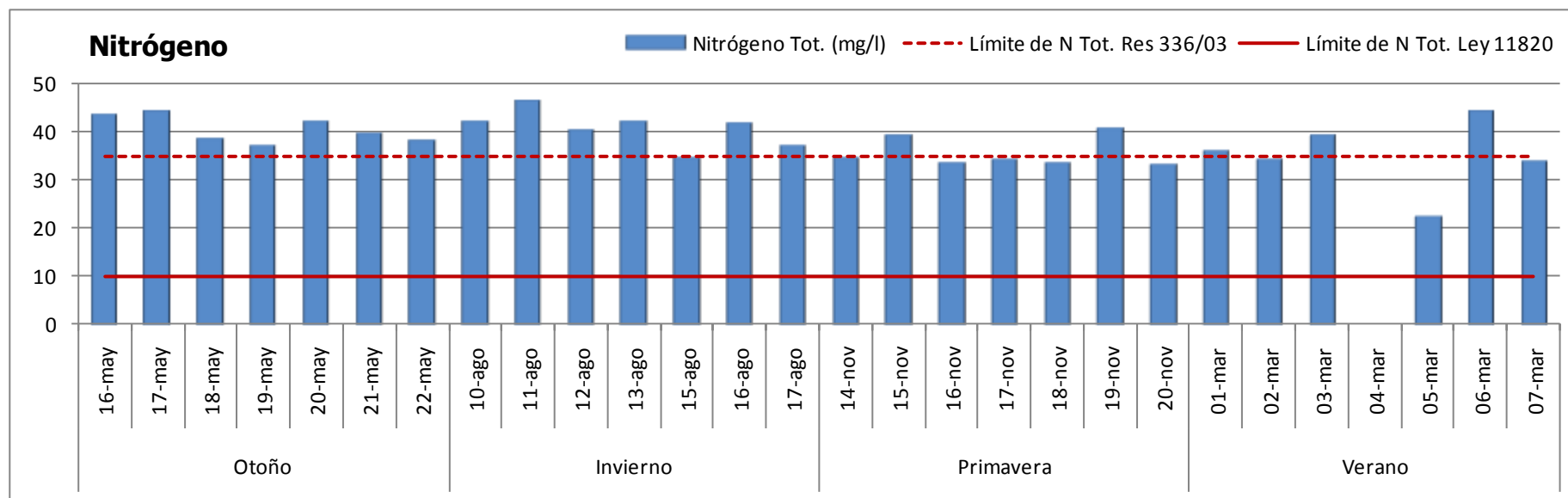
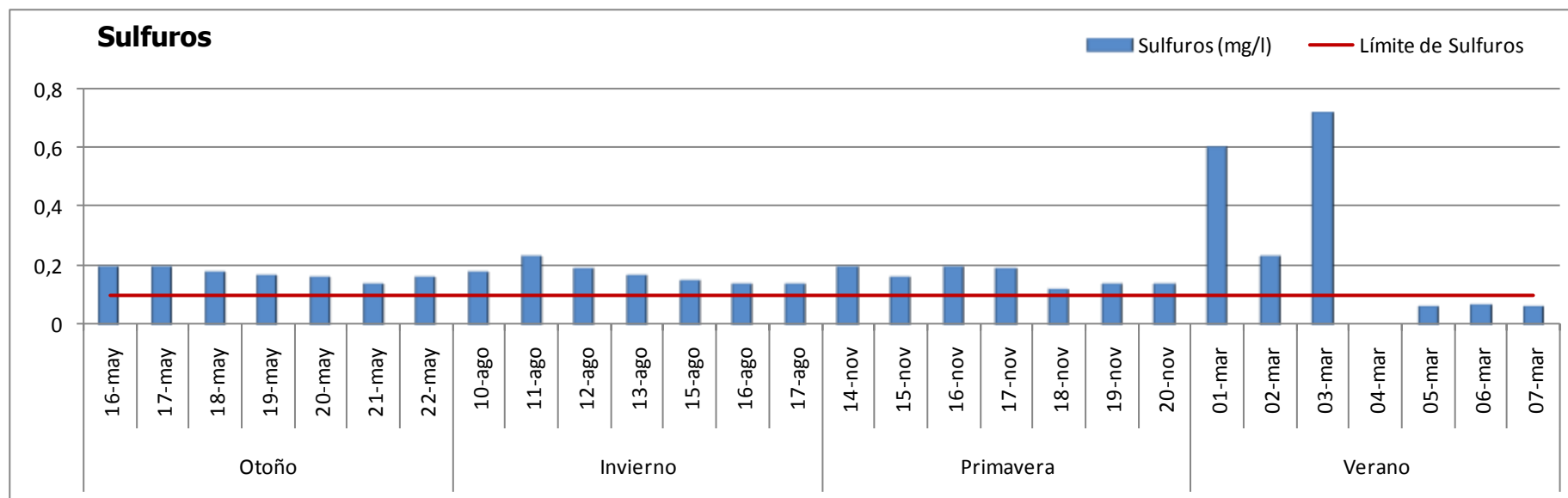


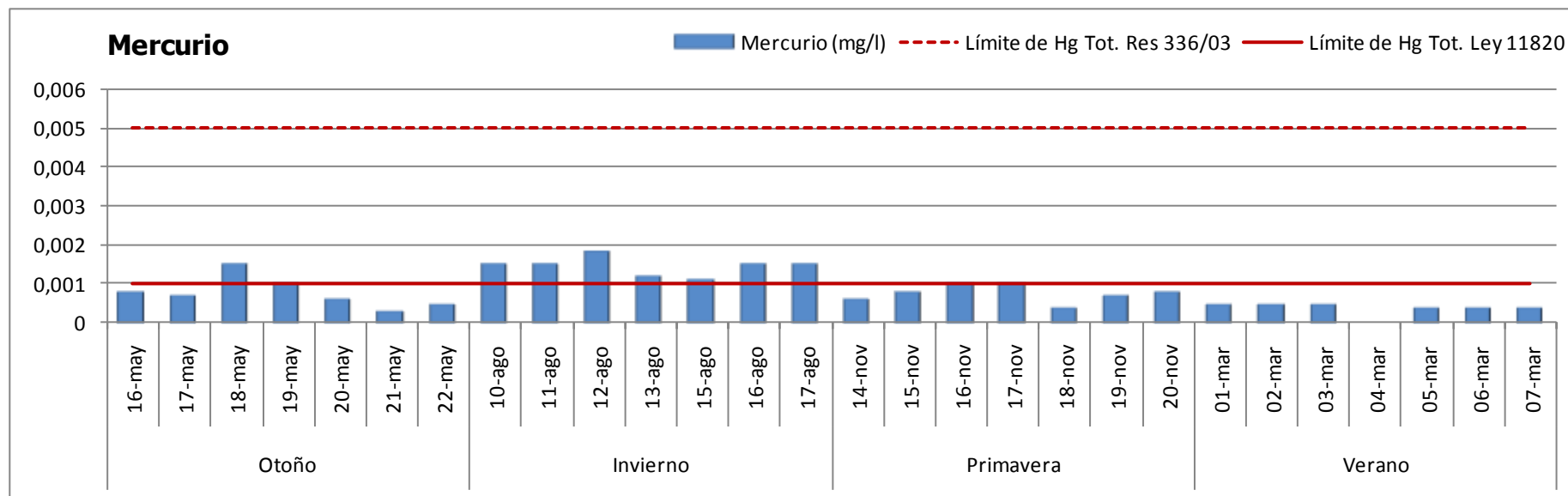


Gráfico IV. Sulfuros de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.

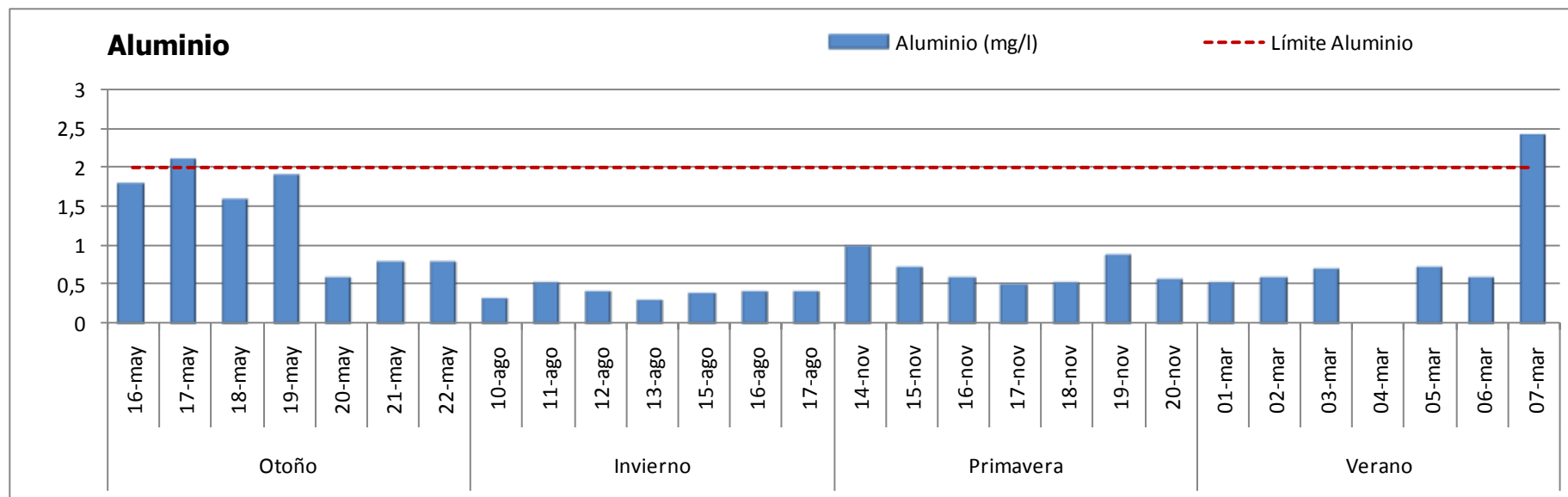


Límite admisible de la Ley 11820 de la Provincia de Buenos Aires y la Resolución 336/03 de la Autoridad del Agua, coincidente para este parámetro.

**Gráfico V. Mercurio de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**



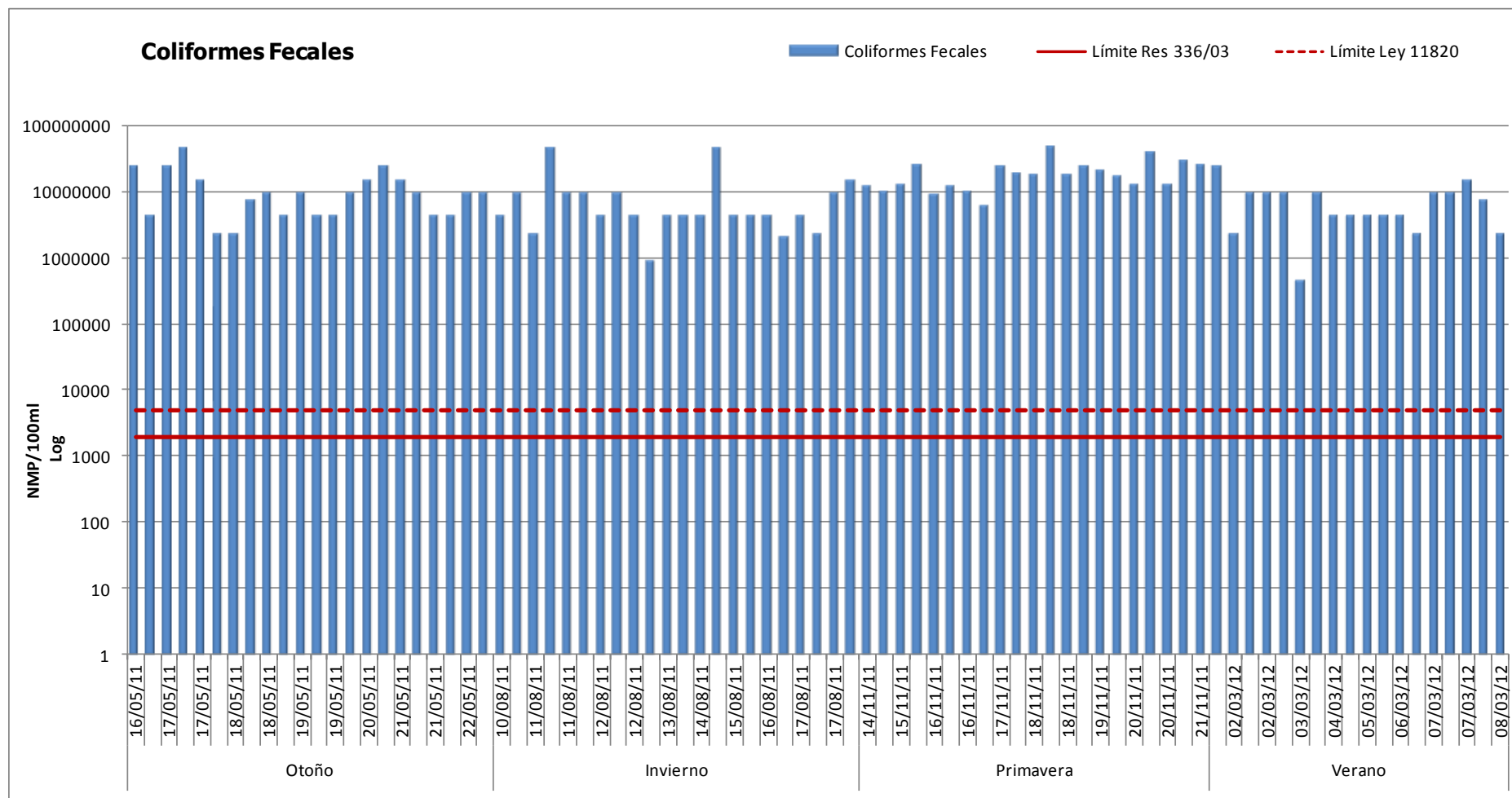
**Gráfico VI. Aluminio de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**



Límite admisible de la Ley 11820 de la Provincia de Buenos Aires y la Resolución 336/03 de la Autoridad del Agua, coincidente para este parámetro.



**Gráfico VII. Coliformes Fecales de la descarga cloacal de la 1<sup>ra</sup> cuenca y los límites admisibles por la legislación vigente.**





**Tabla E. Análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la Planta Depuradora de la 3<sup>ra</sup> cuenca - Villa Irupé**

ANALITO	15/03/2012	26/04/2012	03/05/2012	17/05/2012	05/06/2012	23/08/2012	06/09/2012	04/10/2012	22/11/2012	06/12/2012	Límite Res, 336/03
Acta	3799	3942	3945	4026	4029	4025	4040	4047	4185	4192	----
pH (upH)	7,3	7,2	7,6	7,6	7,8	7,4	7,5	7,7	7,4	7,7	6,5 - 10
Conductividad (mS/cm)	1,34	1,37	1,39	1,85	1,38	1,43	1,36	1,52	1,48	1,27	----
Temperatura (°C)	23,6	19,8	20,4	20	17,8	17,2	17,5	19,5	22,8	24,1	≤ 45
DQO (mg/l)	162	157	142	<b>350</b>	166	170	164	231	68	75	≤ 250
DBO (mg/l)	<b>115</b>	<b>54</b>	<b>85</b>	<b>220</b>	<b>65</b>	<b>150</b>	38	<b>167</b>	20	15	≤ 50
Cloro libre (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	≤ 0,5
Turbidez (UNT)	127	108	161	299	134	150	163	217	48	121	NE
SS10´ (ml/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<b>0,1</b>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ausentes
SS2 h (ml/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	≤ 1
Sólidos suspendidos (mg/l)			26	12	10,8						NE
Sólidos totales(mg/l)		808									NE
Sólidos totales fijos (mg/l)		488									NE
Sólidos totales volátiles (mg/l)		320									NE
Zinc (mg/l) <sup>(1)</sup>	0,078	0,04		0,05		0,04		0,05			≤ 2,0
Plomo (mg/l) <sup>(1)</sup>	< 0,01	< 0,01		0,01		< 0,01		< 0,01			≤ 0,1
Cadmio (mg/l) <sup>(1)</sup>	< 0,005	< 0,005		< 0,005		< 0,005		< 0,005			≤ 0,1
Níquel (mg/l) <sup>(1)</sup>	< 0,010	< 0,010		< 0,010		< 0,01		< 0,01			≤ 2
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	420 <sup>(1)</sup>	<b>1100000</b> <sup>(2)</sup>	<b>4600000</b> <sup>(2)</sup>	<b>1500000</b> <sup>(2)</sup>	<b>400000</b> <sup>(2)</sup>	<b>930000</b> <sup>(2)</sup>	<b>430000</b> <sup>(2)</sup>	<b>&gt; 55000</b> <sup>(1)</sup>	< 2 <sup>(1)</sup>	< 3 <sup>(1)</sup>	≤ 2000
Enterococcus spp (UFC/100 ml) <sup>(2)</sup>		200000 <sup>(2)</sup>	300000 <sup>(2)</sup>	200000 <sup>(2)</sup>	370000 <sup>(2)</sup>	770000 <sup>(2)</sup>	1590000 <sup>(2)</sup>	presencia <sup>(1)</sup>	< 1 <sup>(1)</sup>	< 1 <sup>(1)</sup>	NE

Referencias: (1) Laboratorio Externo habilitado. (2) Laboratorio de Microbiología General de la UNS.