



**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.

**Período:** Enero a Diciembre de 2015



## Resumen del Plan de Trabajo

En la siguiente tabla se detallan las tareas desarrolladas para este subprograma, que se han dividido en dos grandes secciones según se estudie el estuario en si o los afluentes al mismo:

<b>Tareas</b>	
<b>ESTUARIO DE BAHIA BLANCA</b>	
1. Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca.....	03
2. Ecotoxicología.....	05
3. Ostras.....	07
<b>MONITOREOS DE APORTES NO INDUSTRIALES</b>	
1. Monitoreo de Arroyos.....	21
2. Monitoreo de la descarga cloacal 3 <sup>ra</sup> Cuenca.....	26
3. Evaluación del impacto bacteriológico de la descarga cloacal de la 3ra cuenca en la zona interna del estuario.....	30
ANEXO.....	35

## **Estuario de Bahía Blanca**

### **1 Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Estuario de Bahía Blanca 2015-2016**

Como en años anteriores, el Monitoreo del Estuario de Bahía Blanca, se lleva a cabo en el marco del Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca, diseñado a partir del Convenio entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO – CONICET / UNS).

Para el período 2015-2016, con la renovación del convenio se dió continuidad a las actividades relacionadas a: 1) Aspectos biológicos de cuatro especies de peces del estuario de Bahía Blanca; 2) Microbiología de la zona interna del estuario; 3) Comunidades bentónicas asociadas a las zonas portuarias del estuario; y 4) Caracterización química de la zona interna del estuario.

#### **Muestreos**

Cuatro campañas para muestreo de peces

Dos campañas para muestreo de organismos bentónicos

Tres campañas de microbiología en conjunto con química marina

#### **Resumen de tareas**

A continuación se presenta una síntesis de las tareas realizadas durante el período 2015:

En las campañas de peces, se continuó con los muestreos sobre el Canal del Embudo y Galván, analizando las mismas especies que se determinaron en el convenio anterior (2014-2015). También sobre peces capturados se realizó la determinación de metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos organoclorados.

Las campañas para muestreo de organismos bentónicos, se realizaron en otoño de 2015. Una campaña en la comunidad incrustada en dos muelles del estuario y otra para muestrear el infaunal del canal principal. El análisis de las muestras fue realizándose a lo largo del periodo que dura el convenio. Los muestreos de este periodo, con mayor número de réplicas que el anterior, vienen a completar la información arrojada en el marco del convenio 2013-2014.

En las tres campañas de microbiología y química marina se realizó la toma de muestra de agua y sedimento para la determinación de parámetros químicos, oceanográficos, microbiológicos, y la investigación de sustancias potencialmente contaminantes (metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos organoclorados).



Quedó pendiente para el año 2016, una campaña de microbiología y química marina y dos campañas para muestreo de peces. Por lo cual, el informe final con todos los resultados y el análisis integrado de los mismos para este período será presentado al CTE por el IADO a mediados del 2016.

Los resultados preliminares que disponemos y que fueron remitidos por el IADO luego de finalizada cada campaña, fueron analizados individualmente, observándose que los resultados se mantienen en el mismo orden que los registros históricos, no detectándose ningún valor que pudiera generar un llamado de alerta.

## 2 Ecotoxicología

Los ensayos ecotoxicológicos tienen por la finalidad de evaluar el comportamiento ecológico de organismos expuestos a una variación en el medio.

Durante el 2015, surge el proyecto "Evaluación de la Ecotoxicidad del Agua en la Zona Interna del Estuario de Bahía Blanca" a realizar mediante un convenio firmando entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el IADO con la dirección de la Dra. Elisa Parodi.

Las microalgas, como componentes del fitoplancton, constituyen el grupo de productores primario indispensable en todos los ecosistemas acuáticos, ya que determinan la productividad de los mismos y sustentan el desarrollo de los restantes eslabones de la cadena trófica. Por ello, resulta fundamental evaluar los potenciales efectos toxicológicos sobre este grupo de organismos. Siendo la tasa de crecimiento una respuesta sensible y fácil de monitorear, se puede evaluar dicha respuesta como un indicador del estrés al cual están sujetas las poblaciones de microalgas.

El objetivo es analizar la respuesta de las microalgas fitoplanctónicas expuestas a muestras de agua y elutriado del sedimento del estuario de Bahía Blanca y evaluar la ecotoxicidad de las mismas a través de bioensayos.

### 2.1 Muestreo

Las muestras se tomaron trimestralmente, en las seis estaciones establecidas en el programa de monitoreo que realiza el IADO-CTE, coincidentemente con las 3 campañas de muestreo de química.

### 2.2 Ensayo crónico y de reproducción de algas.

Para evaluar el comportamiento ecológico de los organismos expuestos al agua y sedimento del estuario de Bahía Blanca, (cuerpo receptor de efluentes industriales y urbanos entre otros) se elige este ensayo ya que cubre muchas generaciones de organismos en un corto plazo. Las condiciones del cultivo reproducen las naturales y se mantienen constantes a lo largo del ensayo, suprimiendo así los factores ambientales como variables y proporcionando condiciones óptimas de crecimiento. Para este estudio se utiliza una especie autóctona aislada del ambiente y otras de cultivo aclimatada: *Nitzschia* aff. *kuetzingioides* Hustedt (Heterokontophyta) y *Tetraselmis suecica* (Kyllin) Butchner (Chlorophyta). Ambas especies presentan buenas características de cultivo, crecimiento, manipulación y sensibilidad, requeridas para estos ensayos.

Se siguen las técnicas básicas de la USEPA (1994 y 2012) con modificatorias según corresponde. Previo a los bioensayos se realizan tests de sensibilidad microalgal, con cada una de las especies de seleccionadas.

Para el control como blanco, se utiliza agua y sedimento de la boca del estuario de una zona prístina (proximidades de Bahía Falsa–Bahía Verde). El agua se filtra y esterilizada en autoclave y el sedimento se expone a radiación UV.

Se exponen a los cultivos algales a dos tratamientos: agua y elutriado del sedimento de las seis estaciones de muestreo del estuario de Bahía Blanca.

### **2.3 Análisis**

A las 24, 48, 72 y 96 horas de expuestos los cultivos algales a los dos tratamientos, se observan los siguientes efectos:

- variaciones de la abundancia (expresada en número de células/ml) de las especies de microalgas seleccionadas mediante recuentos con cámara de Neubauer bajo microscopio óptico, y
- variaciones en la tasa fotosintética (expresada en mg clorofila *a* /ml) de las especies de microalgas seleccionadas mediante el empleo de un fluorómetro.

### **2.4 Resultados y conclusiones**

Durante el año 2015 en las 3 campañas de microbiología y química del IADO, se tomaron muestras de agua y sedimentos de los 6 puntos de muestreo del estuario. Previamente a las campañas se hizo un muestreo de agua y sedimento en Bahía Verde, ubicada en la zona sur del estuario de Bahía Blanca alejada del impacto urbano ni industrial.

Los resultados de los bioensayos serán presentados en un informe final una vez finalizado el convenio en el 2016.

### 3 Ostras

Los moluscos bivalvos son organismos filtradores y se alimentan de organismos planctónicos, bacterias, protozoos, una gran variedad de fitoplancton y materia orgánica e inorgánica. Por estos motivos pueden constituirse en bioacumuladores de sustancias tóxicas, como metales, agroquímicos, hidrocarburos, fitotoxinas, bacterias y virus potencialmente peligrosos para el hombre. Aunque la bioacumulación de microorganismos es pasiva (virus y bacterias no se multiplican en el interior del organismo) y muchas veces inocua para los moluscos, los microorganismos se pueden acumular en diferentes órganos y tejidos del bivalvo donde permanecen estables durante largos períodos de tiempo. Muchos moluscos son consumidos crudos o poco cocidos y en consecuencia los microorganismos pueden llegar viables a los consumidores siendo capaces de producir enfermedad.

La ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas* nativa de Japón, Corea, China y Rusia ha sido introducida en muchos ecosistemas costeros del mundo con fines de cultivo debido a su rápido crecimiento y su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales. Este molusco genera más del 90% de la producción mundial de ostras (FAO, 2010)<sup>1</sup>, por lo cual el cultivo comercial se ha convertido en su principal vía de dispersión. En Argentina es una especie exótica, en 1981 fue introducida en Bahía Anegada (Provincia Buenos Aires) con fines de acuicultura atendiendo el mercado interno sustituyendo las importaciones, desde donde se ha expandido. En 2010, Dos Santos y Fiori<sup>2</sup>, reportan por primera vez la presencia de *C. gigas* en el estuario de Bahía Blanca a partir de entonces se la ha hallado cada vez con mayor frecuencia y hoy ya está ampliamente distribuida en casi cualquier sustrato duro sumergido.

Los organismos reguladores de la calidad de los alimentos establecen valores límites de metales pesados y microorganismos presentes en moluscos que aseguran la calidad para su consumo. Entre los microorganismos se detecta la presencia del principal indicador de contaminación, *Escherichia coli*, y de patógenos como *Salmonella* spp. y *Vibrio* spp. El género *Vibrio* está constituido por bacterias Gram-negativas que forman parte de la microbiota natural de los estuarios y zonas costeras de todo el mundo y han sido aislados de aguas, sedimentos y una gran variedad de pescados y mariscos. Varias especies de vibrios son capaces de causar patologías en humanos (*Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. alginolyticus*).

<sup>1</sup> FAO Fisheries Global Information System. 2010. Species fact sheets. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). <http://www.fao.org/fishery/species/3514/en>.

<sup>2</sup> Dos Santos EP y Fiori SM. 2010. Primer registro sobre la presencia de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (Bivalvia: Ostreidae) en el estuario de Bahía Blanca (Argentina). Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay, 9: 245 – 252.

El objetivo es evaluar la dinámica del contenido de metales en tejido blando de ostra *Crassostrea gigas* y determinar microorganismos críticos en muestras del estuario.

### 3.1 Muestreo

Se realizó un muestreo, a finales del verano en dos sitios de la zona interna del estuario de Bahía Blanca. Este año como punto de referencia, se adicionó el muestreo de una estación prístina alejada del impacto urbano e industrial en el balneario Los Pocitos, en Bahía Anegada; y un muestreo complementario en la primavera en un sitio del estuario.

#### 3.1.1 Estaciones de Muestreo

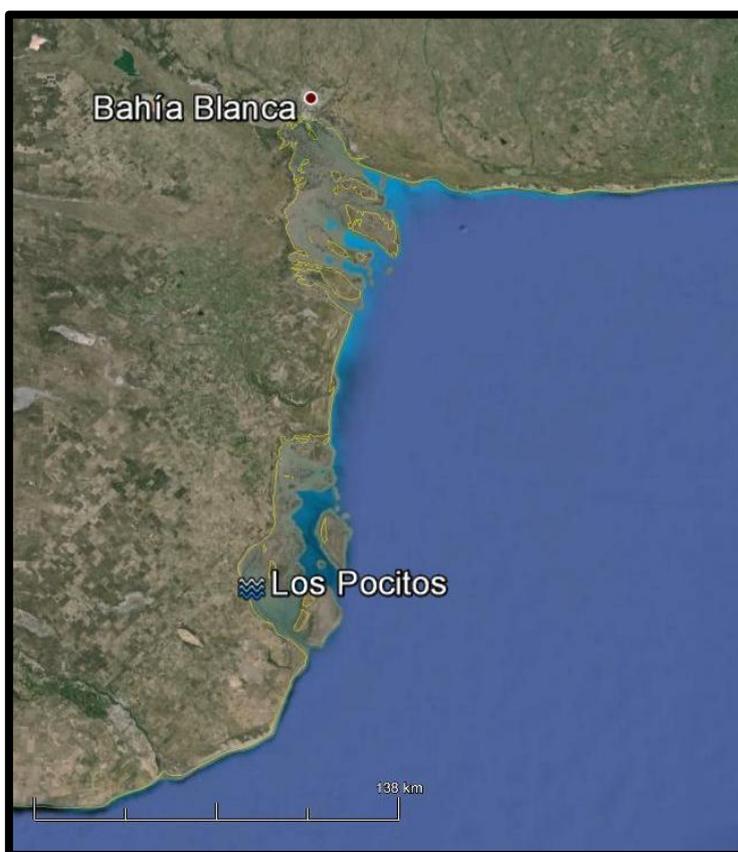
Se muestreó en dos muelles del estuario de Bahía Blanca y en una bahía aledaña al mismo. Las estaciones de muestreo se ubican en:

Estaciones del muestreo de ostras			
	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste
<b>G</b>	Ing. White (Club Náutico BB)	38°47'22,83"	62°16'46,58"
<b>H</b>	Gral. Cerri (Puerto Cuatros)	38°45'0,97"	62°22'49,98"
<b>LP</b>	Bahía Anegada (Balneario Los Pocitos)	40°25'45,78"	62°25'18,45"

A continuación se muestran en dos mapas las estaciones de muestreo:



- Mapa del Estuario de Bahía Blanca, indicando las estaciones de muestreo de ostras



- Mapa ubicando al Balneario Los Pocitos, punto de muestreo background

### 3.1.2 Toma y Procesamiento de Muestras

Los muestreos se realizaron por personal del Comité Técnico Ejecutivo. Se tomaron muestras manualmente de las ostras, el sedimento y el agua asociados a ellas. Al agua se le midió *in situ*, pH, temperatura, conductividad y turbiedad con medidor multiparamétrico HORIBA.

Las muestras destinadas a determinación de metales se colectaron y guardaron con elementos plásticos y se transportaron refrigeradas hasta el laboratorio del CTE. Allí se midieron las ostras (alto y largo), se separó el material blando de las valvas, se formaron pooles de ostras los que se pesaron y acondicionaron junto al agua y sedimento hasta su derivación.

Para realizar los análisis microbiológicos se colectaron muestras de sedimento y agua de mar subsuperficial en frascos plásticos estériles y de ostras en bolsas de nylon estériles, que se transportaron refrigeradas hasta el laboratorio de microbiología de la UNS. El tiempo transcurrido entre la recolección y el análisis bacteriológico no excedió las 6 horas, para evitar modificaciones importantes en el número y proporción de microorganismos.

## 3.2 Análisis Realizados

### 3.2.1 Metales

Las muestras de ostras, agua de mar y sedimento, fueron derivadas al Laboratorio de Análisis Químico (LANAQUI)–CERZOS/UNS para la determinación de metales pesados en las tres matrices. El tratamiento de las muestras de ostras y las determinaciones se realizaron bajo norma EPA SW-3052, 200.7, SM 3500 y JIS K 0094. Se utilizaron estándares certificados Chem-Lab, Zedelgem B-8210, Bélgica. Los metales a determinar fueron: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni y Zn. Los resultados de metales en tejido blando de ostra, se compararon con los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos, según el Código Alimentario Argentino (CAA) y la resolución SAGPyA 829/2006 del Servicio Nacional de Sanidad Animal de Argentina (SENASA). El SENASA fija como límite de Cadmio, Plomo y Mercurio la concentración en tejido de ostra de 1, 1, y 0,5 ppm respectivamente. Mientras que el Código Alimentario Argentino (Capítulo III, art 156) fija como límites para moluscos bivalvos: Cadmio: 2 ppm, Cobre: 10 ppm, Mercurio: 0,5 ppm, Plomo: 1,5 ppm, Zinc: 100 ppm. Los metales que no están normados en la legislación argentina se los comparó con los límites de la Food and Drugs Administration (FDA)<sup>3</sup>, como ser el Cromo: 13 ppm y el Níquel: 80 ppm.

<sup>3</sup> Food and Drugs Administration (FDA). 1997. HACCP Guidelines. US Department of Health and Human Services, Public Health Service.

### 3.2.2 Microbiológicos

Las muestras de ostras, agua de mar y sedimento, fueron derivadas al Laboratorio de Microbiología General de la UNS para la determinación de *Escherichia coli* y *Vibrio* spp en las tres matrices. Los resultados de indicadores fecales en ostras, se compararon con los límites de metales considerados como aceptables para el consumo humano en bivalvos.

En Argentina, el SENASA establece en el Decreto 4238/68 (modificatoria del numeral 23.24 en la resolución 829/2006) que los moluscos para consumo humano, para ser comercializadas directamente deben contener menos de 230 *E. coli* por cada 100 grs de carne y líquido intervalvar. Si bien la normativa para el consumo interno no exige la búsqueda de *Vibrio*, la FDA y la EPA marcan niveles seguros en regulaciones y guías<sup>4</sup>, así como varios mercados extranjeros (MINCETUR<sup>5</sup>, 2010) establecen como requisito para la importación de los moluscos bivalvos, la ausencia de ciertas especies del género *Vibrio* en 30 grs de carne de ostras.

#### 3.2.2.1 *Escherichia coli*

##### Agua:

Determinación por recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo previa recuperación de las bacterias estresadas en agar PCA (plate count agar). La incubación fue durante 48 hs a 44,5° C. Los resultados se expresaron como UFC/100 ml de muestra de agua.

##### Sedimentos:

Determinación por recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo, previa revivificación en PCA. La incubación fue durante 48 h a 44,5° C. Para completar dicha información se determinaron *Enterococcus* spp: recuento en placa en el medio de cultivo agar KF adicionado con 2, 3 ,5- cloruro de trifenyltetrazolium. La incubación se llevó a cabo a 37°C por 72 h. Los resultados se expresaron como UFC/g de sedimento seco.

##### Bivalvos:

Preparación de las muestras, se utilizó la metodología recomendada por la ICMSF<sup>6</sup>. Se homogeneizaron 30 grs de carne de molusco y se le adicionó 120 ml de agua peptonada alcalina (APA) para obtener una dilución de 10-1.

<sup>4</sup> Food and Drugs Administration (FDA). 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance - Fourth Edition. US Department of Health and Human Services, Center for Food Safety and Applied Nutrition, FDA.

<sup>5</sup> Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR). 2010. Guía de requisitos sanitarios y fitosanitarios para exportar alimentos a la Unión Europea. Lima, Perú. 31p.

<sup>6</sup> International Commission on Microbiological Specifications for Food (ICMSF). 1982. Microorganisms in Food. The International Commission on Microbiological Specifications for Food of the International Association of Microbiological Societies University of Toronto Press, Toronto. 228 pp.

Determinación por recuento en placa en el medio de cultivo agar Endo previa recuperación de las bacterias estresadas en agar PCA. La incubación fue durante 48 hs a 44,5°C. Los resultados se expresaron como UFC/100 grs de muestra de ostra.

### 3.2.2.2 *Vibrio* spp

#### **Agua:**

Se sembraron alícuotas de las muestras de agua en dos erlenmeyers con APA. Se incubaron a 37° y 42°C, a fin de favorecer el desarrollo de una mayor variedad de especies. La incubación se realizó durante 6 a 8 hs. Luego se sembraron en agar TCBS (tiosulfato – citrato –sales biliares – sacarosa) y CHROMagar *Vibrio* (Microbiología, Francia), se incubaron durante 18 ± 1 hs a 37°C. Las colonias crecidas se realslaron en medio no selectivo adicionado con 3% NaCl. Se hicieron las siguientes pruebas bioquímicas: citocromo oxidasa, crecimiento en diferentes concentraciones de NaCl: 0%, 6%, 8% y 10% y TSI.

#### **Bivalvos:**

Se efectuaron aislamientos a partir de alícuotas del homogeneizado, preparado según se describió para *E. coli*, en el medio de cultivo TCBS. Se seleccionaron colonias típicas y se procedió a la caracterización bioquímica de las distintas cepas aisladas con las mismas pruebas mencionadas para agua.

## 3.3 Resultados

Las mediciones de parámetros fisicoquímicos en agua arrojaron valores normales para el lugar y la época del año, los mismos se presentan en la tabla 1 del ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, página 36. Los resultados correspondientes a datos biométricos de las ostras, contenido de metales y análisis microbiológicos del tejido blando de ostras, agua y sedimentos, se presentan en los siguientes apartados.

### 3.3.1 Datos biométricos

Para generar una base de datos de las ostras que se asientan en el estuario de Bahía Blanca, se toman las medidas y el peso de los individuos muestreados. Los datos biométricos de las ostras colectadas en cada lugar son:

Muestreo	Lugar	Número de individuos/pool	Peso promedio/individuo de tejido blando fresco (grs)	Relación promedio Alto/Largo
Febrero	LP (Los Pocitos)	18	8,96	1,35
Marzo	G (Ing. White)	10	13,8	1,21
	H (Cuatrerros)	23	7,6	1,05
Diciembre	G (Ing. White)	32	11	1,13

### 3.3.2 Metales

#### • Agua

Las ostras filtran el agua que las circundan y los metales disueltos son acumulados en mayor o menor medida en sus tejidos. Este año se incorpora la detección de metales en el agua a fin de estudiar la acumulación de los mismos en cada compartimento del sistema (agua-ostra-sedimento).

Los indicadores de referencia establecidos por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), se utilizan a fin de realizar comparaciones, estos diferencian dos niveles de exposición a los contaminantes:

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

Se determinaron la concentración de metales en el agua de mar lindante a las ostras de ambas estaciones de monitoreo y del sitio "blanco". A continuación se tabulan los resultados expresados en ppm:

Muestreo	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Febrero	LP (Los Pocitos)	0,041	0,36	1,5	0,069	0,34	0,38	1,13
Marzo	G (Ing. White)	0,062	0,43	1,2	0,039	0,51	0,46	0,84
	H (Cuatrerros)	0,059	0,32	1	<b>0,102</b>	0,47	0,93	1,23
Diciembre	G (Ing. White)	0,081	0,6	<b>3,7</b>	<b>0,22</b>	0,69	0,18	0,99
<b>Exposición aguda</b>		40	-	4,8	1,8	74	210	90
<b>Exposición crónica</b>		8,8	-	3,1	0,94	8,2	8,1	81

En todas las muestras se detectó la presencia de los metales analizados.

La concentración de mercurio disuelto en dos muestras de distinto sitio y época del año, fue levemente superior al límite de referencia a exposición crónica de la NOAA, no alcanzando el nivel de referencia a exposición aguda.

La concentración de cobre en la muestra de Ingeniero White tomada en diciembre fue superior al límite de referencia a exposición crónica de la NOAA, no alcanzando el nivel de referencia a exposición aguda.

Los demás metales disueltos siempre se detectaron en concentraciones menores a todos los niveles con los que comparamos. Es oportuno recordar que la presencia de metales disueltos es indicativo de ingreso reciente al sistema, ya que rápidamente estos son transferidos a otros compartimentos donde son más estables (material particulado en suspensión, sedimentos, organismos).

En el ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca- Gráficos de metales en diferentes matrices, páginas 36 – 40 se presentan en paralelo los gráficos con los resultados de la concentración de cada metal analizado, en las tres matrices estudiadas.

#### • Sedimentos

Se determinaron los niveles de metales en los sedimentos asociados a las ostras de ambas estaciones de monitoreo y del sitio "blanco".

Al no existir normas o niveles guía de referencia nacionales ni provinciales para sedimentos, se utilizan los indicadores de referencia establecidos por la NOAA (SQiRTs)<sup>7</sup> para sedimentos marinos, para hacer comparaciones.

A continuación se tabulan los resultados expresados en ppm de peso seco:

Muestreo	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Febrero	LP (Los Pocitos)	0,21	1,69	4	0,014	2,7	2,3	8
Marzo	G (Ing. White)	0,34	2,96	10,1	0,035	3,5	3,4	14,5
	H (Cuatros)	0,32	2,35	8,4	0,024	3	4,8	13,1
Diciembre	G (Ing. White)	< LD	6,2	11,3	<LD	6,8	4,8	35

Valores promedio correspondientes a 5 réplicas independientes (desvío estándar < 3,5%)  
LD= Límite de detección

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
<b>TEL</b>	0,676	52,3	18,7	0,13	15,9	30,24	124
<b>ERL</b>	1,2	81	34	0,15	20,9	46,7	150

<sup>7</sup>Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pages.

En las 2 estaciones de monitoreo, y en el blanco se registraron concentraciones detectables de todos los metales determinados en sedimentos a excepción de Cd (LD=0,1 ppm) y Hg (LD=0,01ppm) en la campaña de diciembre en Ingeniero White.

En ninguna oportunidad se superó el nivel de protección de la vida acuática más exigente "threshold effects level" (TEL), propuesto por la NOAA.

En el ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, páginas 36–40 se presentan los gráficos con los resultados de la concentración de cada metal analizado en sedimento, en paralelo a los del agua y del tejido de ostras.

### • Ostras

Se determinaron los niveles de metales en los pools de ostras obteniendo los siguientes resultados expresados en ppm de peso húmedo:

Muestreo	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Febrero	LP (Los Pocitos)	0,55	0,078	<b>26</b>	0,03	0,048	0,052	53
Marzo	G (Ing. White)	0,62	0,056	<b>61</b>	0,033	0,064	0,078	<b>201</b>
	H (Cuatrerros)	0,63	0,047	<b>50</b>	0,041	0,036	0,05	<b>123</b>
Diciembre	G (Ing. White)	0,43	0,046	<b>41</b>	0,008	0,072	0,021	<b>160</b>
CAA		2	-	10	0,5	-	1,5	100
SENASA		1	-	-	0,5	-	1	-
FDA		4	13	-	1	80	1,7	-

Los resultados de metales pesados obtenidos en las ostras del estuario de Bahía Blanca, se comparan con los niveles límites nacionales. Puede decirse que los valores de Cd, Hg y Pb se encuentran por debajo del nivel límite apto para el consumo según CAA y el SENASA. Mientras que el Cu y el Zn presentan valores que superan los indicados en el CAA para alimentos generales art. 156 Res. 1546/95; estos dos metales no fueron considerados en la modificatoria de la Res. Nº 12/11 del MERCOSUR 2012. Internacionalmente, la FDA no fija límites admisibles de Cu y Zn para moluscos bivalvos. La ANZFA<sup>8</sup> (1998) ha recomendado para Australia y Nueva Zelanda los niveles guía para Cu y Zn de de 70 y 1000 ppm respectivamente, siendo estos muy lejanos a las concentraciones locales.

<sup>8</sup>Australia New Zealand Food Authority (ANZFA) (1998) Food Standards Code. Information Australia, Canberra.

En el ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, páginas 36–40 se presentan los gráficos con los resultados de la concentración de cada metal analizado en el tejido de ostras, en paralelo a los del agua y del sedimento que la circundan.

- **Asociación de cada metal con las distintas matrices**

Se comparó la concentración cada metal entre las distintas matrices, podemos observar una tendencia particular de cada metal a concentrarse en mayor o menor medida en cada matriz.

Con los datos generados desde 2013 se observan dos grandes tendencias o patrones, dependiendo que los metales se concentren en los distintos compartimentos del sistema o matrices.

Se establecen secuencias de concentración decrecientes poniendo arbitrariamente como mínimo la diferencia de un orden de magnitud, entre la concentración de cada matriz comparada. Hay metales que no muestran una tendencia marcada como lo son el Hg y el Cd. A continuación se grafican las secuencias con los correspondientes metales:

<b>concentración de metales</b>				
mayor		sedimento	ostra	
↓	agua	agua	sedimento	ostra-sedimento
menor	ostra-sedimento	ostra	agua	agua
	<b>Hg</b>	<b>Cr</b> <b>Ni</b> <b>Pb</b>	<b>Cu</b> <b>Zn</b>	<b>Cd</b>

Podríamos establecer una tendencia general del Cu y el Zn a acumularse en las ostras, mientras que el Cr, Ni y Pb lo harían en el sedimento.

- **Comparación entre las concentraciones de metales en tejido blando de ostras del estuario de Bahía Blanca y las publicadas para otros lugares del mundo.**

Para poder comparar las concentraciones detectadas de metales pesados en tejido blando de ostras, se realizó una búsqueda bibliográfica, respecto de las informadas en otros lugares del mundo, para tomar como referencia a otros estuarios y/o ambientes similares al de nuestro estudio.

En la tabla 2 del ANEXO I-Estuario de Bahía Blanca, página 41, se detallan los resultados de algunas de las publicaciones seleccionadas para este análisis comparativo. Al final se puntualiza un promedio mundial para cada metal y los valores aproximados propuestos por Cantillo<sup>9</sup> como indicadores de contaminación en ostras, en un informe de la NOAA (1997) realizado con la base de datos del programa de seguimiento mundial de mejillones, que incluye a las ostras. Debido al origen de estos valores umbrales de contaminación, su uso es útil cuando se los quieren comparar con monitoreos globales. A pesar de ello, para sondear nuestros resultados, los utilizaremos, ya que no existen datos locales ni zonales al respecto.

Del análisis surgen las mismas consideraciones que se informaron en el PIM 2013 y 2014:

- Las concentraciones de los metales detectados en las ostras del estuario de Bahía Blanca no superan los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo para la NOAA. En otros lugares del mundo, dicho umbral es superado, y en algunos casos hasta muy ampliamente (ver valores resaltados en negrita de la tabla 2 del ANEXO I -Estuario de Bahía Blanca, página 41).
- La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras.
- La concentración de Cu y Zn están por encima del promedio mundial para ostras. Esto se entiende parcialmente debido a la biología de esta especie que es acumuladora natural de estos metales que le resultan fisiológicamente esenciales. El factor de acumulación es variable entre las especies a pesar de ser una tendencia general de las ostras, que responde a la concentración de estos metales en el material muy fino en suspensión que ingresa con el agua a las ostras. El promedio mundial se calcula con los datos registrados mundialmente y cargados en dicha base de datos, la misma cuenta con gran cantidad de registros de Estados Unidos para otra especie de ostra.
- Como se viene señalando, la concentración de un metal no puede descontextualizarse a la hora de evaluar si dicho nivel indica contaminación, ya que las condiciones naturales locales van influir en los niveles base propios y característicos de una comunidad en particular.

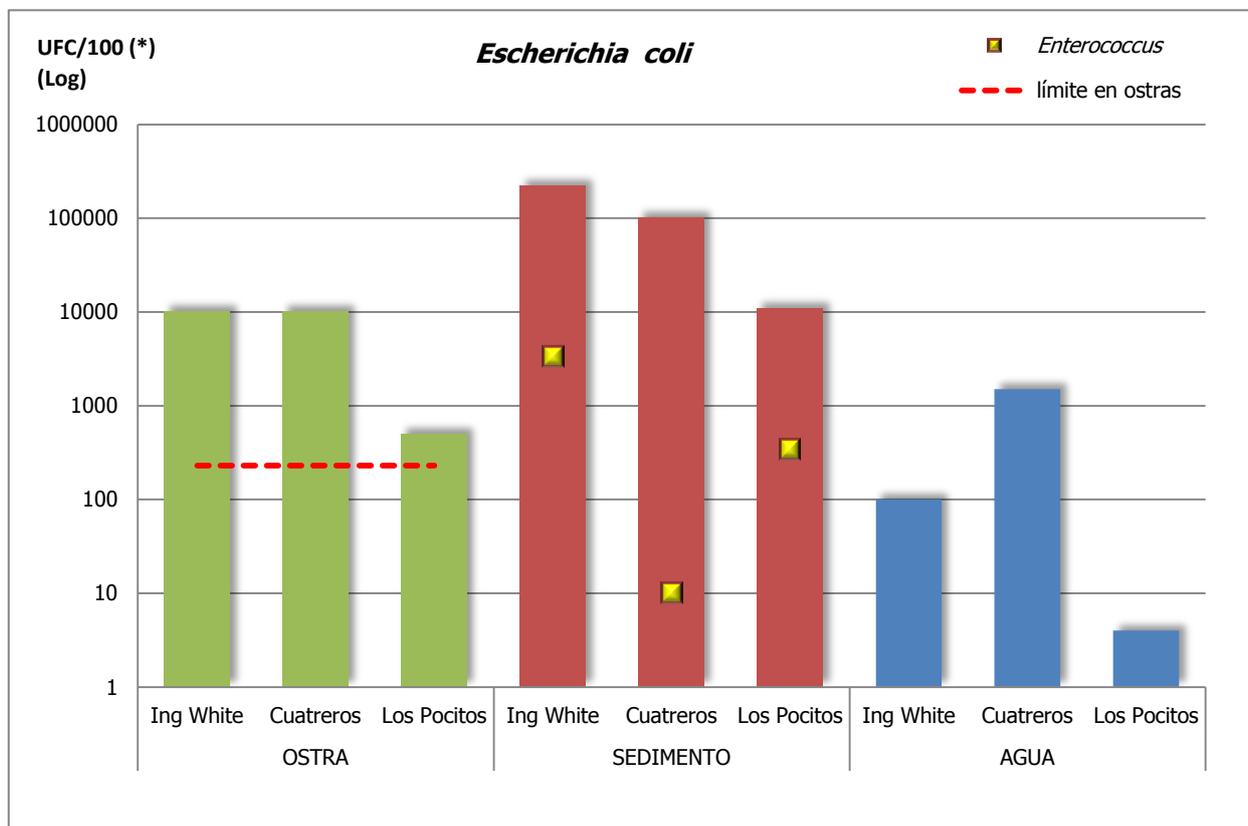
### 3.3.3 Microbiología

- ***Escherichia coli***

Se realizaron análisis bacteriológicos a las ostras, el sedimento y el agua que las rodea en los dos muelles del estuario de Bahía Blanca y en una bahía prístina cercana.

<sup>9</sup>Cantillo A.Y., (1997) World Mussel Watch database. U.S. Dept. de Comercio, NOAA, Coastal Monitoring and Bioeffects Assessment Division. NOAA technical memorandum NOS ORCA 109, 198pp.

Los recuentos del indicador de contaminación fecal *Escherichia coli* en muestras de agua, sedimento y en el tejido blando de las ostras extraídas de Puerto Cuatrerros, del Club Náutico de Ing. White y del balneario Los Pocitos, se resume en el siguiente gráfico:



(\*)Las unidades están referidas a las unidades formadoras de colonia según cada matriz: en 100 g de ostra, 100 g de sedimento y 100 ml de agua. Escala logarítmica.

Es evidente la tendencia de *E. coli* a sobrevivir en las ostras del estuario, que actúan como reservorio, ya que sus recuentos en dicha matriz superan muy ampliamente a los del agua circundante. Por otro lado, Los Pocitos fue la estación con menor recuento bacteriano, como se esperaba.

Si analizamos los recuentos de *E. coli* en cada matriz particular, surgen que se ve una tendencia a la acumulación de bacterias indicadoras de contaminación fecal (*E. coli* y *Enterococcus* spp.) en los sedimentos. En Puerto Cuatrerros el recuento de *E. coli* fue el más alto, y mayor al registrado en el 2014.

Por otro lado, el recuento de *E. coli* en el tejido de ostras, en el estuario de Bahía Blanca, supera lo establecido por el SENASA (230 *E. coli* /100 grs de ostra) por lo cual no serían aptas para comercializarse directamente. Vale aclarar que el estuario de Bahía Blanca no es una zona

clasificada por el SENASA de producción de moluscos bivalvos que enmarca el Decreto 4238/68 (resolución 829/2006).

Del análisis de los datos se evidencia la acumulación de estos microorganismos en las ostras ya que en estas últimas los recuentos bacterianos, superan entre uno y dos órdenes de magnitud a los valores registrados en el agua circundante.

- ***Vibrio* spp.**

Con respecto a la detección de *Vibrio* en ostras y agua de estuario de Bahía Blanca, en Puerto Cuatrerros se detectaron *V. alginoliticus*, *V. mimicus* y *V. cholerae* en el agua, mientras que no se encontraron especies del género en el homogeneizado de tejido de ostras. En Ingeniero White las especies encontradas fueron *V. alginoliticus* y *V. cholerae* en agua y *V. mimicus* y *V. cholerae* en el homogeneizado de tejido de ostras.

Fuera del estuario, en el balneario Los Pocitos se aisló la especie *Vibrio alginoliticus* en el homogeneizado de tejido de ostras mientras que no se encontraron especies del género en aguas. Se desconoce si son portadores de genes de toxicidad.

### 3.4 Conclusiones

Las concentraciones de metales en las ostras del estuario de Bahía Blanca continúan sin superar los umbrales de contaminación propuestos por Cantillo (1997) para la NOAA.

La concentración de Cd, Cr, Hg, Ni y Pb en el tejido blando de las ostras muestreadas siempre estuvo por debajo del promedio mundial para ostras y de los límites establecidos por la legislación nacional e internacional para consumo humano.

La concentración de Cu y Zn en el tejido blando de las ostras analizadas estuvieron por encima del promedio mundial para ostras y superan los límites establecidos para consumo humano, según el CAA, es por ello que se procedió a elevar esta información a las autoridades competentes para su conocimiento como sucedió el año pasado.

Se ve una tendencia general del Cu y el Zn a acumularse en las ostras, y del Cr, Ni y Pb a hacerlo en el sedimento, se requieren más datos para confirmar esta hipótesis.

Por su lado, los análisis microbiológicos concluyen en que los recuentos de *E. coli* en el tejido de las ostras de ambos sitios muestreados en el estuario de Bahía Blanca, superan el límite establecido por el SENASA por lo cual no serían aptas para su directa comercialización. Asimismo se detectaron especies del género *Vibrio*, desconociéndose si son portadoras de genes de toxicidad.

## **MONITOREO DE APORTES NO INDUSTRIALES**

### **1. Monitoreo de Arroyos**

#### **1.1. Introducción**

Desde hace 5 años se realizan muestreos bacteriológicos de agua en la zona más interna del estuario de Bahía Blanca. En Junio de 2013 se observó que en la zona cercana al balneario Maldonado (Puerto Almirante Brown), los valores de *Escherichia coli* y *Enterococcus* spp. superaron en un orden de magnitud a los recuentos de coliformes fecales y enterococos obtenidos en los efluentes de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la 3<sup>ra</sup> Cuenca (PTLC) (PIM 2013). Esto hizo pensar en la existencia de alguna otra fuente de contaminación fecal que afecta la zona, además de los volcados de la PTLC. Por esto, como complemento de las actividades de monitoreo del estuario de Bahía Blanca se muestrean los efluentes de la PTLC y a mediados del 2013, se inició un monitoreo en los principales cauces que descargan en el estuario.

#### **1.2. Muestreo**

En función de los resultados obtenidos en los años anteriores, para 2015 se decidió continuar con el monitoreo de los cursos de agua más críticos con una frecuencia mensual de muestreo:

- Canal Maldonado (38°43'45.96"S - 62°18'45.65"O)
- Arroyo Napostá: desembocadura (38°46'14.12"S - 62°13'58.27"O)

Estos arroyos y canales recorren diferentes sectores con diversos usos: agrícola-ganaderos, urbanos, industriales, recreativos, rurales, hortícolas. Por esta razón y para evitar muestrear aguas arriba de alguna potencial fuente de contaminación, la toma de muestra se realiza sobre el tramo final de los cursos de agua próximo a su descarga al estuario de Bahía Blanca.

La presencia del patógeno *Salmonella* sp. en la desembocadura del Maldonado y del Napostá durante el muestreo 2014 fue un alerta. Para complementar la información y conocer la situación del Arroyo Napostá previo a su paso por la ciudad de Bahía Blanca, durante el 2015 se hizo un muestreo trimestral en distintos puntos: Puente Canessa, Aldea Romana y Paso Vanoli:

- Puente Canessa (62° 5'16.21"O, 38°35'26.44"S)
- Aldea Romana (62°12'3.48"O, 38°40'32.95"S)

• Paso Vanoli (62°14'1.82"O, 38°40'48.40"S)

### 1.3. Análisis Realizados

Se practicaron los análisis fisicoquímicos habituales para cursos de agua y se completaron los mismos con análisis de metales en sedimentos (derivado a laboratorio externo certificado) y bacteriológicos en agua, éste último realizado por profesionales de la Universidad Nacional del Sur (UNS), en el marco del convenio "Investigación de poblaciones bacterianas de interés ambiental en agua, sedimento y ostra". Entre los parámetros bacterianos, la cátedra de Microbiología General de la UNS, investigó la presencia de *Escherichia coli*, heterótrofas terrestres y se realizaron también los aislamientos para identificación de la especie patógena *Salmonella* spp.

Para la detección de esta última se utilizó la técnica de filtración por membrana (0,45 µm de poro). El protocolo empleado consta de las siguientes etapas: 1) preenriquecimiento en Agua Peptonada Tamponada, 2) enriquecimiento selectivo, en caldo base de tetrionato 3) detección presuntiva utilizando Rapid CheK (sensibilidad 1 *Salmonella*/25 mL de muestra) 4) confirmación de los resultados positivos por aislamiento en agar sulfito bismuto y tipificación bioquímica (Pascual Anderson y Calderón, 2000). La metodología empleada de los demás grupos fisiológicos bacterianos estudiados, han sido ampliamente descriptas en informes anteriores.

Para establecer objetivamente hasta qué punto los valores obtenidos contribuyen efectivamente a la preservación de la calidad del agua de los cuerpos de agua estudiados y a la vez evaluar los cambios en la calidad de la misma, se calcula el índice de calidad de agua (ICA). Esta herramienta permite la comparación de los datos de monitoreos en diferentes momentos y lugares.

El ICA es un número adimensional que engloba los valores normalizados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua asignándole a los mismos pesos relativos y que permite definir los posibles usos a los que puede estar destinada. La ecuación con la que se calcula es una suma lineal ponderada, como se muestra a continuación:

$$ICA = \sum (Q_i * w_i)$$

donde  $Q_i$  es el valor normalizado obtenido para cada parámetro y  $w_i$  el peso específico del parámetro. El  $Q_i$  de los distintos parámetros se obtiene a partir del valor del análisis realizado en laboratorio para cada parámetro, evaluado a través de fórmulas<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Oram, B. (2015) The water quality index. Monitoring the quality of surface waters. Calculating NSF WQI. <http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>.

## 1.4. Resultados

En el del ANEXO II -Estuario de Bahía Blanca se presentan las tablas 3, 4 y 5 (páginas 42-44) donde se resumen todos los resultados de los análisis realizados para cada cauce, durante el período 2015 y los valores de referencia.

Los resultados en aguas se comparan con los límites para agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA.

Los resultados en sedimentos se comparan con los indicadores de referencia establecidos por la NOAA (SQuiRTs)<sup>11</sup>, particularmente con el nivel de protección de la vida acuática más exigente “*threshold effects level*”(TEL).

### 1.4.1. Físicoquímicos

Los parámetros físicoquímicos medidos en los arroyos, en general, arrojaron valores acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año. Si comparamos con los límites para agua dulce de uso recreativo según la Resolución 42/2006 del ADA se detectaron algunos valores puntuales que los superan: turbiedad (máximo de 808 NTU) y DBO (máximo de 35,6 mg/l) en el canal Maldonado y varios valores pH iguales y mayores a 8,5 upH (oscilaron entre 7,4 - 9,6) en todos los lugares muestreados pero principalmente en el canal Maldonado. Sin embargo, los valores promedio de pH no variaron prácticamente con los del año anterior, para el año 2015 fueron: Napostá desembocadura 8,3 upH, Napostá previo paso por la ciudad 8,6 upH y en Maldonado 8,8 upH.

### 1.4.2. Metales

Como prácticamente no se han detectado metales disueltos en los análisis de años anteriores, se decidió reducir la frecuencia de análisis de metales en agua a uno anual y agregar el muestreo de metales en sedimentos.

De los metales pesados analizados en agua, no se detectó Cd, Pb, Cu, Cr, Hg y Ni en ninguno de los cursos de agua. El Zn se halló en los tres sitios a muy baja concentración (0,01-0,03 mg/l).

En los sedimentos se detectó Ni, Zn, Pb, Cr y Cu en todos los sitios y fechas de muestreo. El Cd solo se detectó en una muestra de la desembocadura del Napostá con una concentración de 1,3 mg/l. No se registraron concentraciones superiores al indicador de referencia “TEL” para protección de la vida acuática establecido por la NOAA (SQuiRTs).

---

<sup>11</sup>Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1 Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Atmospheric and Oceanic Administration: 34 pages.

### 1.4.3. Microbiología

En cuanto a la cuantificación del indicador de contaminación fecal *E. coli*, se calculó la media geométrica anual de cada uno de los cuerpos de agua. La media del arroyo Napostá fue de 6373 UFC/100ml, siendo levemente superior al año anterior y en el canal Maldonado de 3900 UFC/100ml, siendo casi un orden magnitud menor que el 2014.

Las elevadas concentraciones de *E. coli* en estos dos cursos, son reflejo de los vuelcos que reciben a lo largo de sus recorridos ya que atraviesan la ciudad de Bahía Blanca.

Las mayores concentraciones de *E. coli* que se presentaron en el canal Maldonado el año pasado fue producto de una derivación de los residuos cloacales que debían llegar a la Planta Depuradora Cloacal 3<sup>ra</sup> cuenca, a dicho canal debido a la rotura de un caño principal. Al normalizarse esa situación los recuentos bacterianos del 2015 volvieron a valores característicos de este cuerpo de agua.

Los recuentos de bacterias heterótrofas se mantuvieron en valores habituales salvo en octubre que en el canal Maldonado fueron altos, coincidente con el máximo de turbiedad y DBO, indicando que era rico en materia orgánica.

Las medias geométricas de heterótrofas de origen terrestre en las desembocaduras de los afluentes muestreados fueron similares aunque superiores en la desembocadura del canal derivador Maldonado (14866 vs 24983 UFC/ml). Mientras que media geométrica en el arroyo Napostá aguas arriba de la ciudad fue de un orden de magnitud menor (10244 UFC/ml).

Se detectó el patógeno intestinal *Salmonella* spp. en todas las muestras del canal Maldonado y de la desembocadura del arroyo Napostá, aumentando notablemente la frecuencia de detección de la misma con los años. Esto indica que el aporte es continuo y alerta sobre el riesgo para la salud ya que prácticamente todos los serotipos de *Salmonella* podrían ser capaces de producir una gastroenteritis en el hombre.

### 1.4.4. Índice de calidad de agua

Los índices de calidad fueron calculados utilizando entre 5 y 8 parámetros, dependiendo de los datos disponibles. La variación de los índices de calidad ICA entre las tres estaciones de muestreo en todas las fechas se encuentran en la tabla 6 del ANEXO II -Estuario de Bahía Blanca, página 45, junto con los criterio de valoración según el uso que se haga del agua (Vizcaíno<sup>12</sup>).

En promedio, el ICA fue menor en ambas desembocaduras que en el Napostá, aguas arriba de la ciudad. En la desembocadura del Maldonado con un promedio anual del ICA de 53 y el Napostá en su desembocadura con un promedio anual que no llega a los 60, la valoración en cuanto a la

<sup>12</sup> Vizcaíno, L F. (s.f.) "Índices de calidad del agua (ICA), forma de estimarlos y aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala. Instituto Mexicano de Tecnología del agua. Obtenido de: <http://www.science.uwaterloo.ca/~lfleonvi/artics/art09.pdf>.

protección de la vida acuática es dudosa para las especies sensibles y su uso resulta no recomendable para la recreación. Por su otro lado, aguas arriba de la ciudad el ICA promedio es de 65 evidenciando una degradación de la calidad del agua del Napostá aguas abajo. En este punto del cauce el agua es aceptable para la vida acuática excepto especies muy sensibles, pero no recomendable para su uso recreativo.

## 1.5. Conclusiones

Los arroyos mostraron en general, parámetros fisicoquímicos acordes a los esperados para estos cursos y según las estaciones del año. Las muestras del canal Maldonado son las que presentan mayor cantidad de desvíos a las resoluciones del 42/2006.

Dentro de los metales pesados analizados en agua en ninguna oportunidad se detectó, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg y Ni en ninguno de los cursos de agua, pero si Zn en muy baja concentración. Por otro lado en el sedimento de los tres sitios, se detectaron todos los metales, excepto el Cd que se encontró en una sola oportunidad y el Hg que no se detectó.

Algo para destacar son los registros bacteriológicos de *Escherichia coli* en la desembocadura del Napostá y el Maldonado, con una media mayor a años anteriores en el arroyo Napostá. Ambos atraviesan gran parte de la ciudad recibiendo contaminación antrópica. En estos dos puntos de muestreo siempre se detectó la presencia de *Salmonella* spp. Aguas arriba de la ciudad el arroyo Napostá presenta mejor calidad de aguas aunque con fluctuaciones.

Se evidencia una degradación de la calidad del agua del Napostá aguas debajo de la ciudad.

## 2 Monitoreo de la descarga cloacal 3<sup>ra</sup> Cuenca

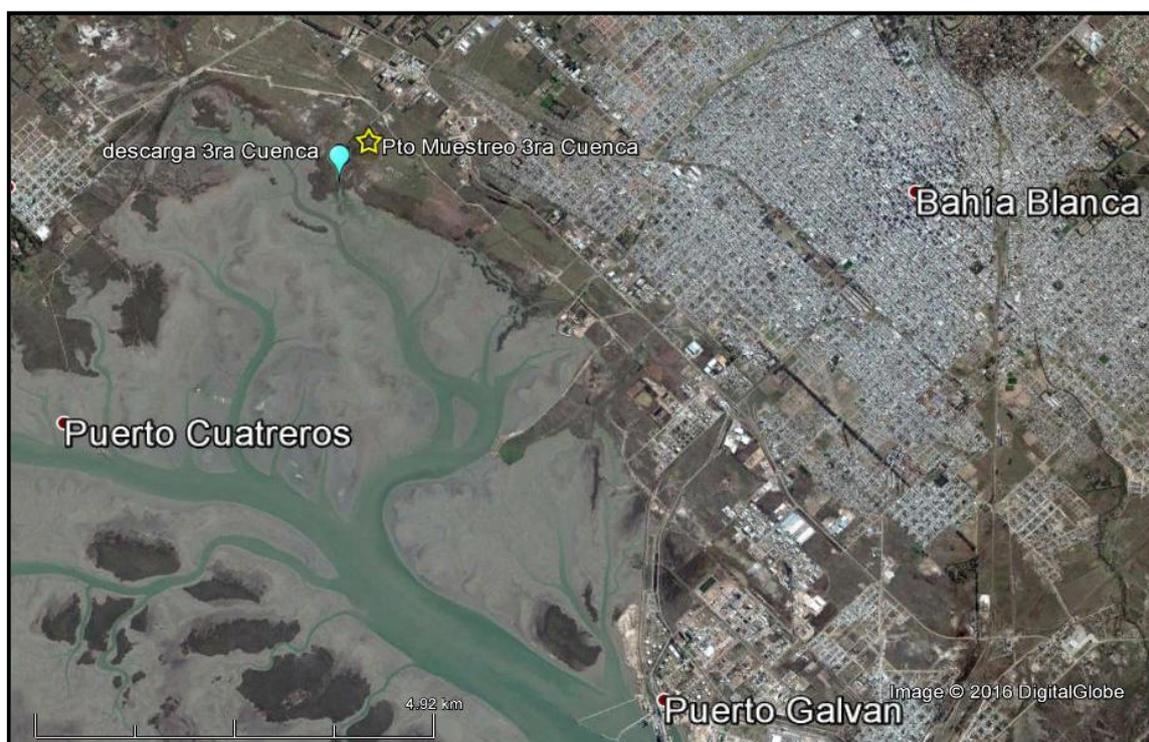
Desde marzo de 2009 el CTE viene realizando a pedido del Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca, el seguimiento y monitoreo de la descarga de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales 3<sup>ra</sup> Cuenca (PTLC), y estudiando su impacto sobre la zona más interna del estuario, en conjunto con el Laboratorio de Microbiología General de la UNS.

### 2.1 Marco Legal

La Resolución N° 1826/2006 del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) establece que la descarga cloacal de la PTLC debe cumplir con los límites admisibles establecidos en la Res. ADA N° 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.

### 2.2 Muestreos

El punto de muestreo de la PTLC está ubicado dentro del predio de ABSA (38° 42' 47,74" Sur y 62° 20' 38,08" 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 Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales 3<sup>ra</sup> Cuenca (PTLC)

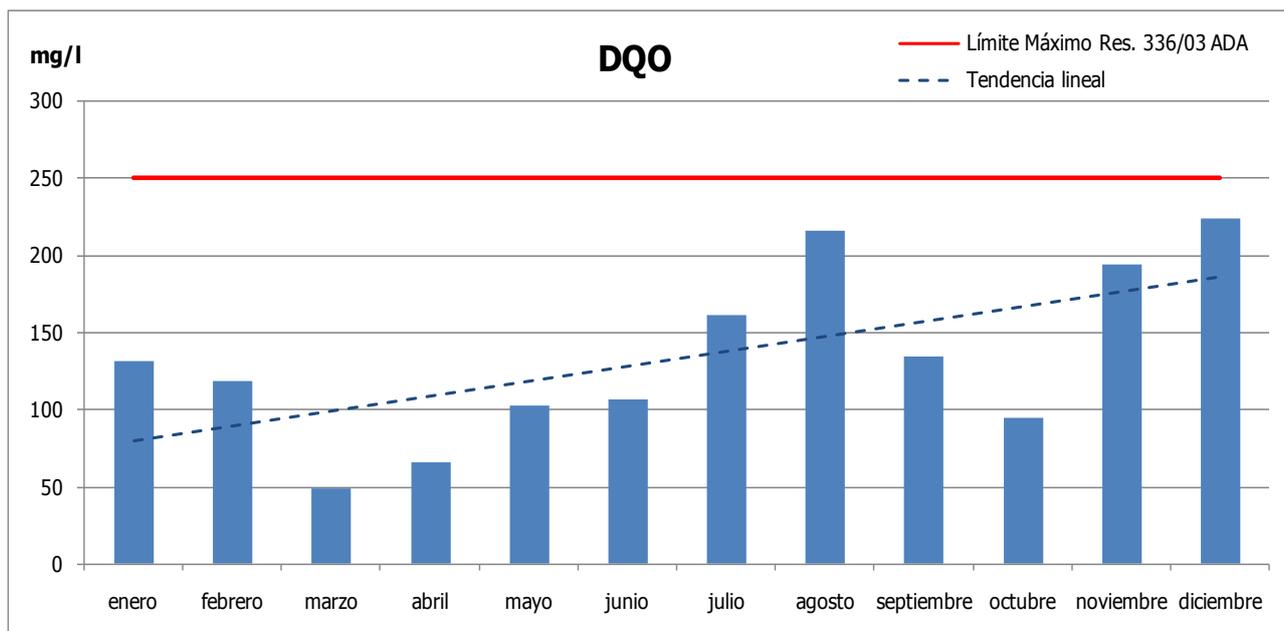
El periodo de monitoreo fue de enero a diciembre de 2015, aproximadamente una vez al mes.

*In situ* se hicieron algunas mediciones (pH, T°, conductividad y cloro libre), y se tomaron muestras para hacer determinaciones de parámetros de calidad de agua (en laboratorio del CTE), metales (laboratorio externo habilitado por OPDS) y microbiológicas (laboratorio de Microbiología General de la UNS). 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, 17º edición.

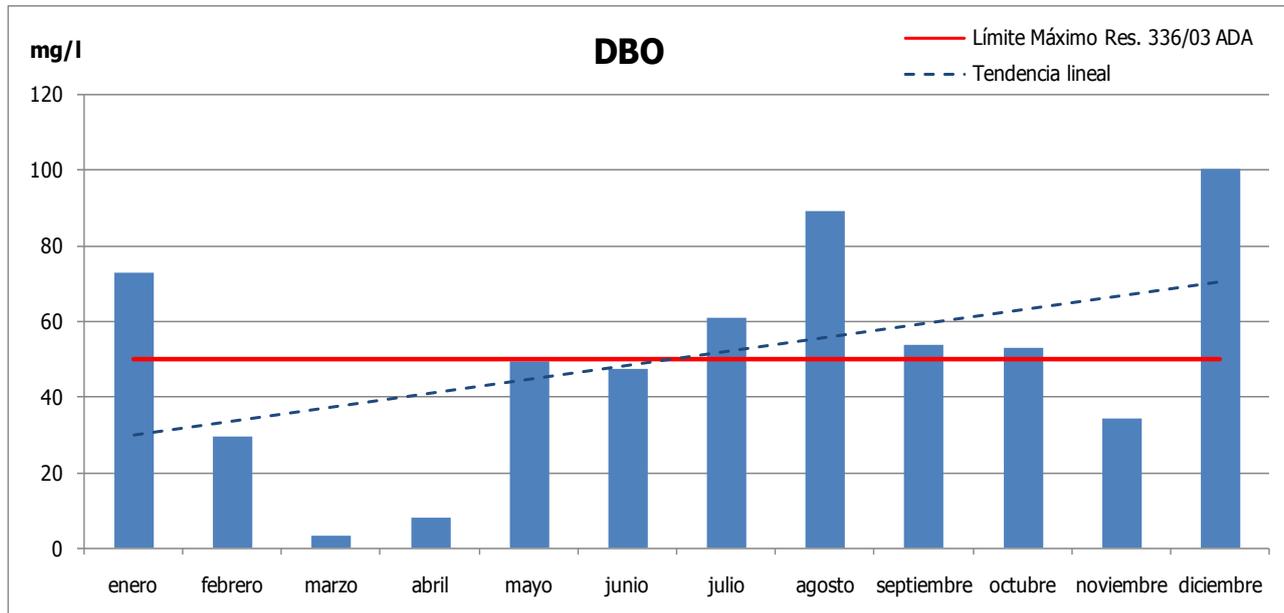
## 2.3 Resultados

En la tabla 7 del ANEXO III-Estuario de Bahía Blanca, página 46, se presentan los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en las muestras tomadas en la descarga cloacal de la planta depuradora de la 3ª cuenca. Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que:

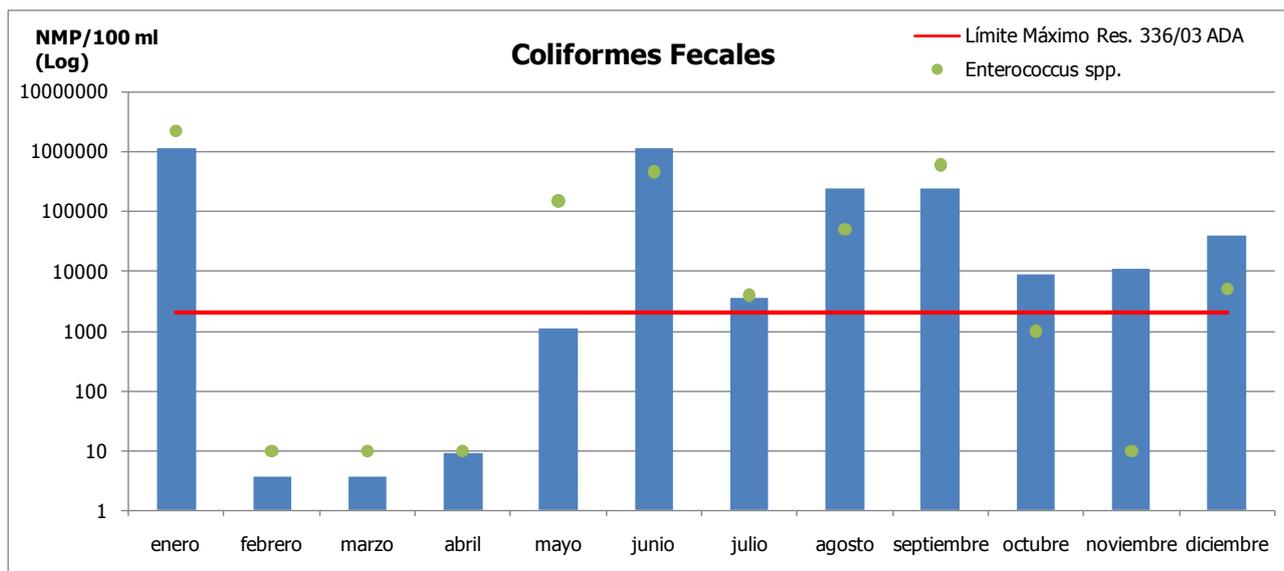
- Los parámetros no legislados presentaron valores esperados, acordes al tipo de efluente.
- La temperatura y el pH siempre presentaron valores dentro de los límites admisibles. El promedio anual de temperatura fue de 19,9°C. El pH presentó un promedio de 7,5 upH, con un valor máximo de 7,9 upH y un mínimo de 6,7 upH.
- En 72% de los muestreos se detectó la presencia cloro libre en las muestras, con un máximo de 1,09 mg/l que es el límite permitido.
- No se detectó la presencia de sólidos sedimentables, cadmio, plomo ni níquel.
- Se detectó zinc, cobre, mercurio y cromo en bajas concentraciones por debajo de los límites admisibles.
- La demanda química de oxígeno (DQO) siempre presentó valores por debajo de los límites admisibles. El promedio anual fue de 133 mg/l, con un máximo de 224 mg/l y un mínimo de 49 mg/l. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



- El 50% de las determinaciones de DBO superaron el límite admisible para descarga. Los valores generales presentaron un promedio de 50 mg/l, con un máximo de 100 mg/l y un mínimo de 8 mg/l. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



- El 58% de las determinaciones de coliformes fecales superaron el límite admisible para descarga. Se evidenciaron grandes fluctuaciones, con máximos >1100000 NMP/100ml y mínimos 3,6 NMP/100ml. En el gráfico siguiente pueden visualizarse los recuentos del 2015 en escala logarítmica:



- Los recuentos de *Enterococcus* spp, marcados en el gráfico anterior, evidencian una variación similar a la de los coliformes fecales, presentando valores máximos >1100000 UFC/100ml y mínimos < 10 UFC/100ml.

En el gráfico 1 del ANEXO III-Estuario de Bahía Blanca, página 47 podemos ver la evolución de los recuentos de coliformes fecales desde el 2010 a la fecha. En el año 2011 el 100% de las determinaciones arrojaron valores mayores al límite admisible, en los siguientes años este porcentaje ha ido decreciendo, siendo el menor de 43% correspondiente al 2014. Los resultados de este año indican que la tendencia general decreciente no es suficiente ya que hasta el momento no se ha logrado una estabilidad en el régimen de la planta.

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

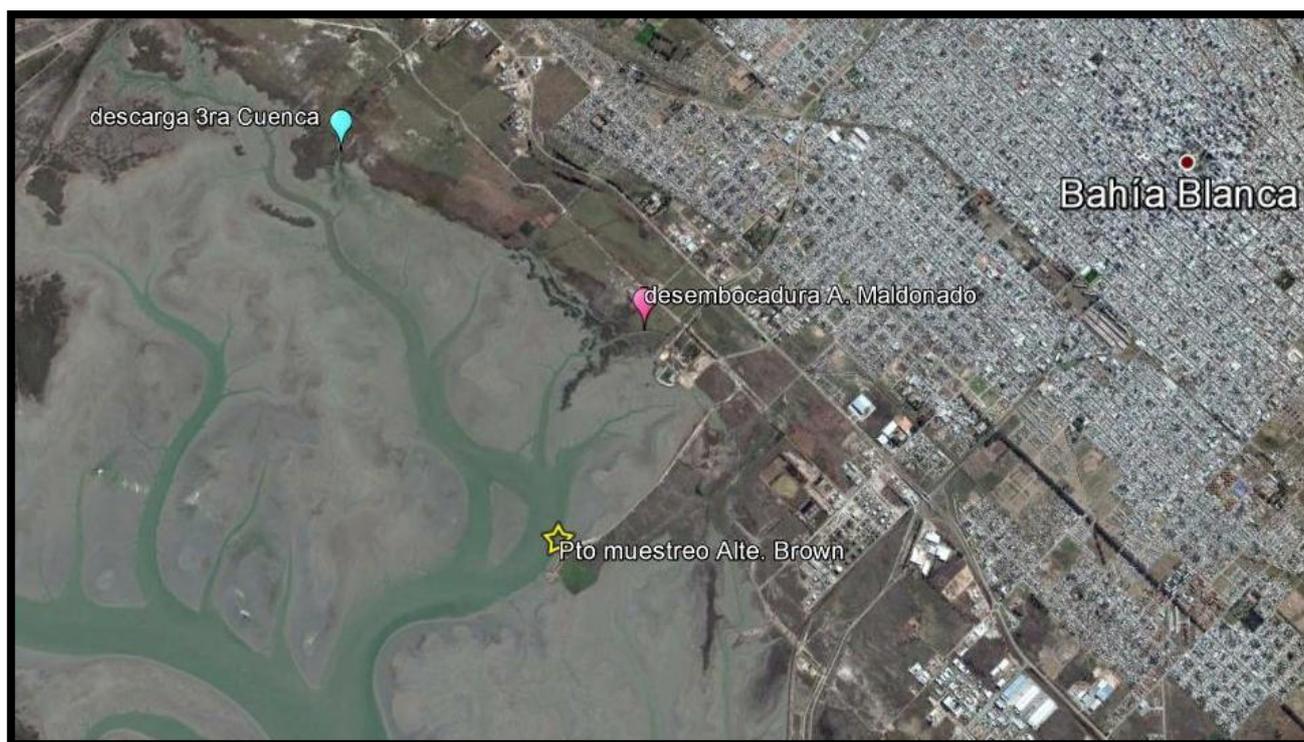
#### 3.1 Marco Legal

La Resolución ADA N° 42/2006 establece como valor de referencia para Enterococos en agua marina de uso recreativo un valor de 35 colonias/100 ml, este límite coincide con el internacional para aguas de contacto primario dado por la U.S.E.P.A<sup>13</sup>.

#### 3.2 Muestreos

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° edición.

Se estableció para el monitoreo un punto de muestreo ubicado sobre la costa del ex-club Almirante Brown, en la Reserva Municipal: Paseo Costero.



- Mapa de ubicación del punto de muestreo de ex-club Alte. Brown (estrella amarilla).

<sup>13</sup>U.S.E.P.A. (U. S. Environmental Protection Agency). 2003. Bacterial Water Quality Standards for Recreational Waters (Freshwater and Marine Waters) Status Report. U.S.Environmental Protection Agency publication. EPA- 823-R-03-008. Office of Water, Washington, D.C. 32pp.

Sobre esta área se procedió al muestreo de agua y sedimentos, y se realizaron las determinaciones fisicoquímicas y 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* y a las de agua también heterótrofas terrestres y marinas.

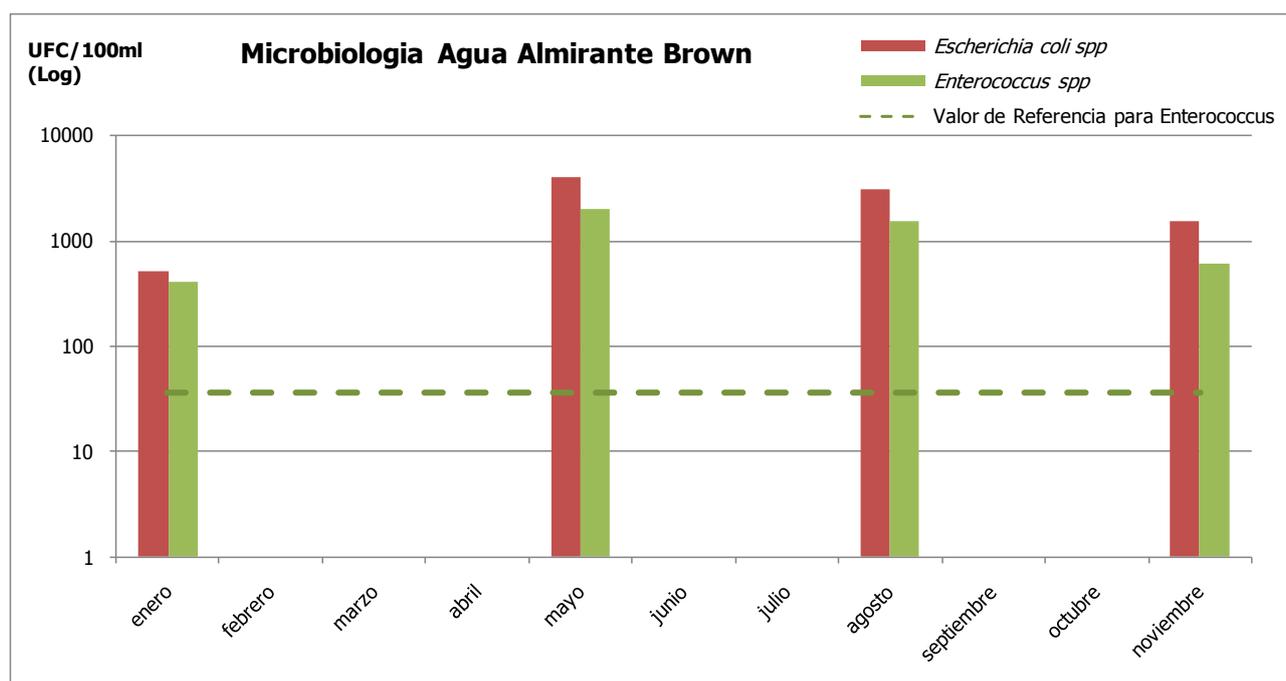
### 3.3 Resultados

En la tabla 8 del ANEXO IV-Estuario de Bahía Blanca, página 48, se presentan todos los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua y sedimento de la zona del ex-club Almirante Brown.

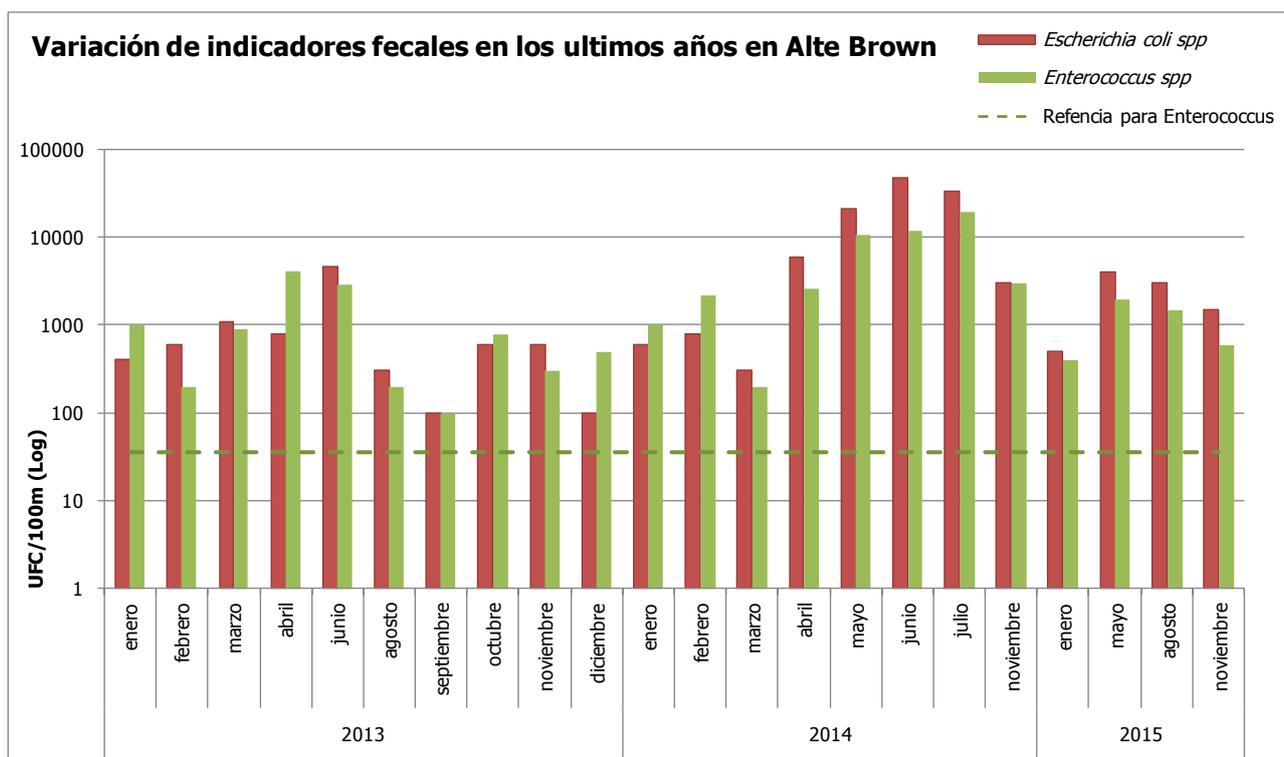
- **En Agua**

La calidad del agua mostró valores normales para el estuario. Si tenemos en cuenta los límites que pone la Res. ADA N° 42/2006 para la recreación y para proteger la vida acuática, el parámetro turbidez se ve sobrepasado (límite de 100 NTU).

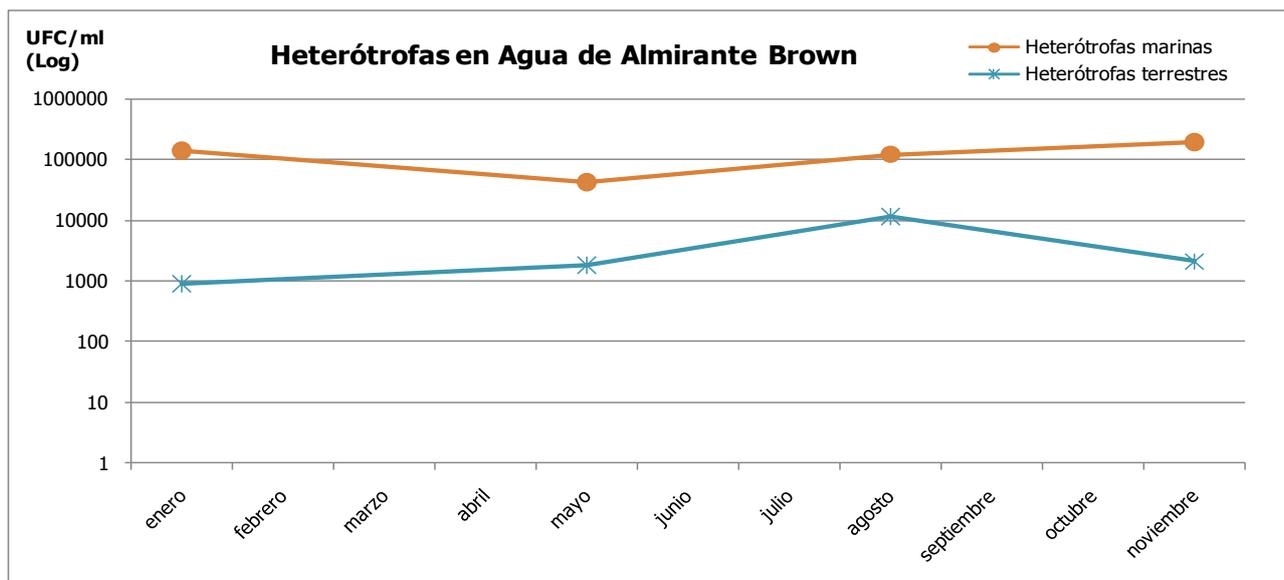
En cuanto a la microbiología, los recuentos de *Escherichia coli* en agua variaron entre 500 hasta 4000 UFC/100 ml. Por su parte, la determinación de *Enterococcus spp.* superó en el 100% de los casos el valor de referencia de la Res. ADA N° 42/2006 (36 colonias/100 ml para aguas marinas de recreación) con recuentos entre 400 y 2000 UFC/100ml. Esto puede visualizarse en el siguiente gráfico:



Los máximos de ambos indicadores fueron un orden de magnitud menor al año anterior, como puede visualizarse en el siguiente grafico. Esto está relacionado al menor recuento registrado en el canal Maldonado, el cual desemboca en las inmediaciones del punto de muestreo (indicado en el mapa anterior), el cual se había visto extraordinariamente incrementado entre mayo y julio de 2014 (ver página 24). Es importante monitorear la Planta depuradora 3<sup>ra</sup> Cuenca en conjunto el canal Maldonado para tener datos complementarios a la hora de evaluar el impacto en la zona interna del estuario bajo estudio.



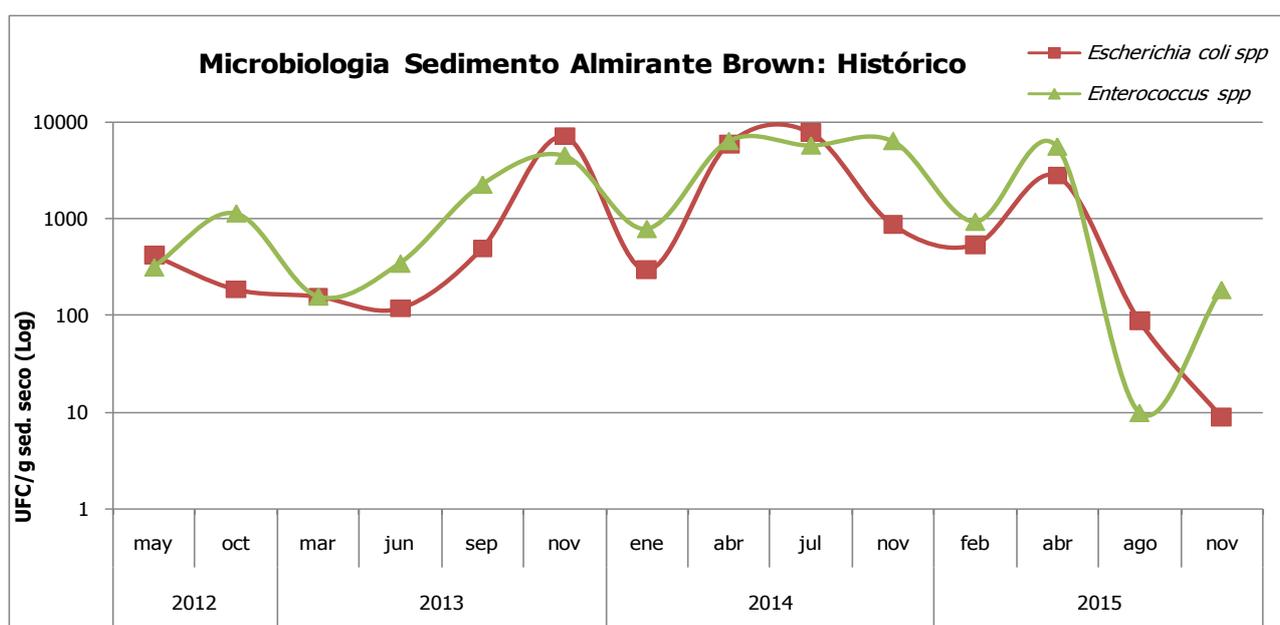
Por otro lado, se cuantificaron las bacterias heterótrofas terrestres y marinas. En el gráfico siguiente se ve que los recuentos, durante 2015, de las bacterias heterótrofas terrestres son menores en comparación a la marinas, que son autóctonas de la zona de muestreo donde se desarrollan plenamente.



• **En sedimentos**

Se compararon las mediciones de metales en sedimentos de almirante Brown con los indicadores de referencia más exigentes "threshold effects level" (TEL), establecidos por la NOAA (tabulados en la página 14) para la protección de la vida acuática en sedimentos marinos. En una oportunidad se superó el valor de referencia para el cadmio y el zinc.

Los recuentos de *Escherichia coli* en sedimento oscilaron entre 90 y 2840 UFC/g y los de *Enterococcus spp.* lo hicieron entre 10 y 5900 UFC/g. Estos registros se los comparan con los de los últimos años en el siguiente gráfico, donde puede visualizarse una disminución de ambos parámetros a finales del año 2015. Debido a que son solo dos muestras se seguirá evaluando para ver si continúa esta tendencia.



### **3.4 Conclusiones**

Las fluctuaciones de los resultados de los análisis que se vienen efectuando ponen en evidencia que la planta de tratamiento de residuos cloacales 3<sup>ra</sup> Cuenca, no logra estabilizar su rendimiento. La falta de un tratamiento terciario en la planta depuradora (condicionamiento de la Res. Nº 1826/2006 del OPDS) con el aporte continuo de efluente al estuario de Bahía Blanca con parámetros fuera del rango aceptable por la Resolución 336/2003 de la Autoridad del Agua, impacta a dicho cuerpo receptor.

Los recuentos bacteriológicos sostenidos, la constante presencia de indicadores fecales y la tendencia a su acumulación en sedimentos de la zona aledaña al ex club Almirante Brown son evidencia del impacto que viene sufriendo el sistema en los últimos años.

Esta situación ya ha sido informada por el CTE a ABSA y a las autoridades de control y fiscalización pertinentes.



# ANEXOS

**Programa:** Monitoreo de Cuerpos Receptores

**Subprograma:** Estuario de Bahía Blanca

## ANEXO I: Ostras

**Tabla 1:** Resultado de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ en los muestreos de ostras.

	Verano			Primavera
	Los Pocitos	Cuaterros	Ing White	Ing White
pH (upH)	8,1	8,2	7,9	7,5
Temperatura (°C)	23,6	19,7	19,8	21,1
Conductividad (mS/cm)	52,4	43,1	67,8	69,5
Turbidez (NTU)	401	90	140	235

### Gráficos de Metales en diferentes matrices

A continuación se presentan los gráficos de concentración de metales en ostras, sedimentos y agua circundante a las mismas, límites admisibles o guías y promedios del estudio de ostras. Los valores en ostras son calculados en ppm del peso húmedo. Los valores en sedimentos son calculados en ppm del peso seco.

Referencias:

**CAA:** Código Alimentario Argentino, Límite admisible para consumo.

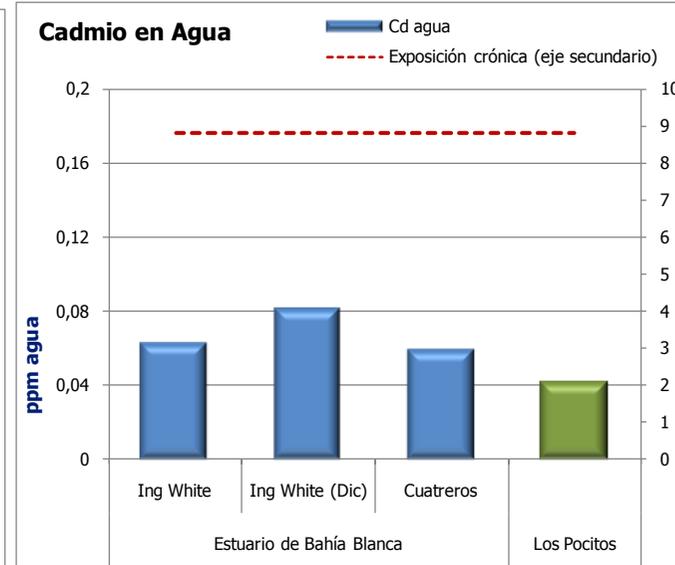
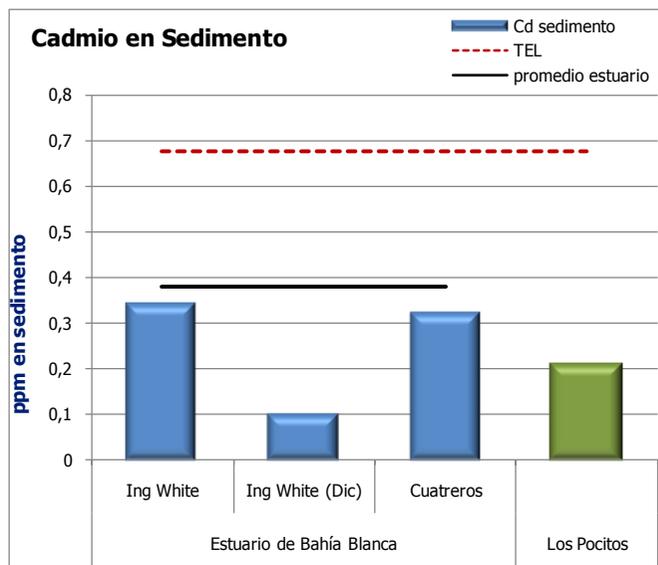
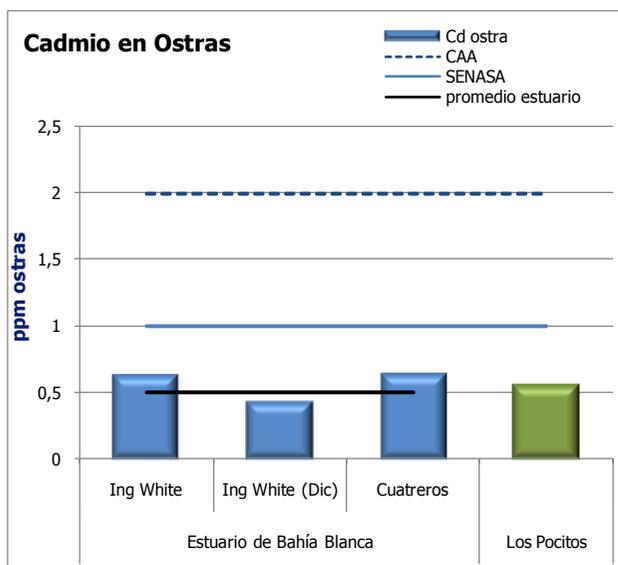
**SENASA:** Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Límite admisible para consumo.

**FDA:** Food and Drugs Administration, Límite admisible para consumo.

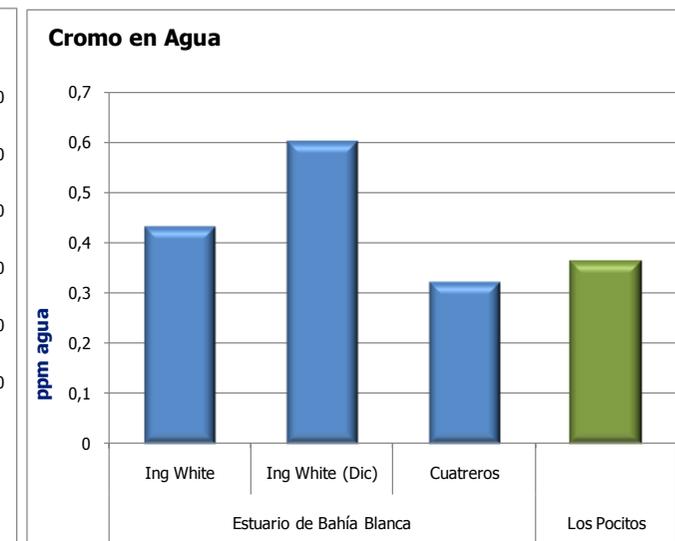
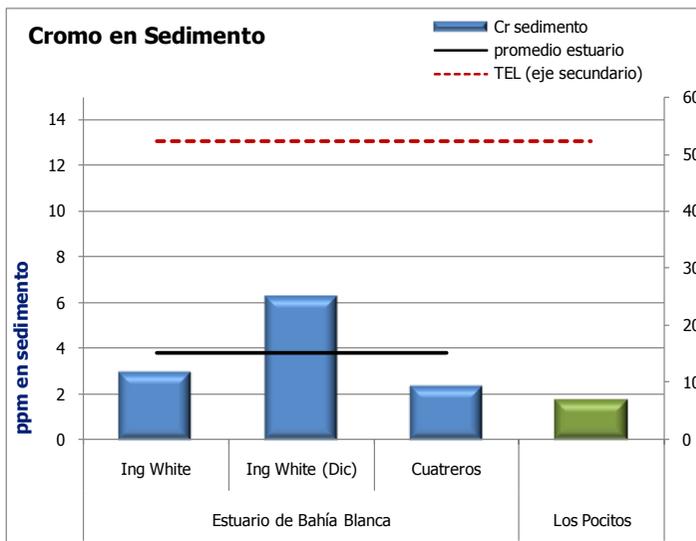
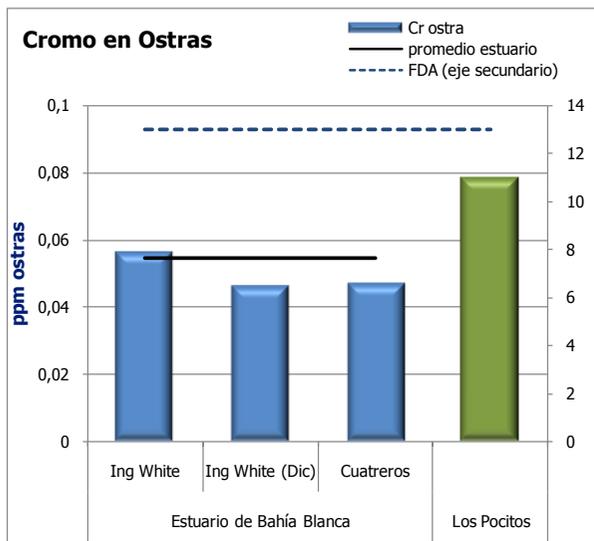
**TEL** (Threshold Effect Level): umbral de no efecto adverso.



### Gráficos de concentración de Cadmio

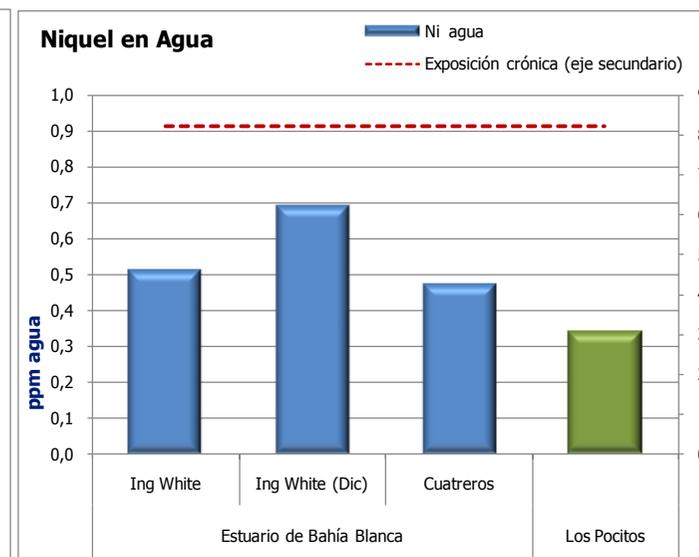
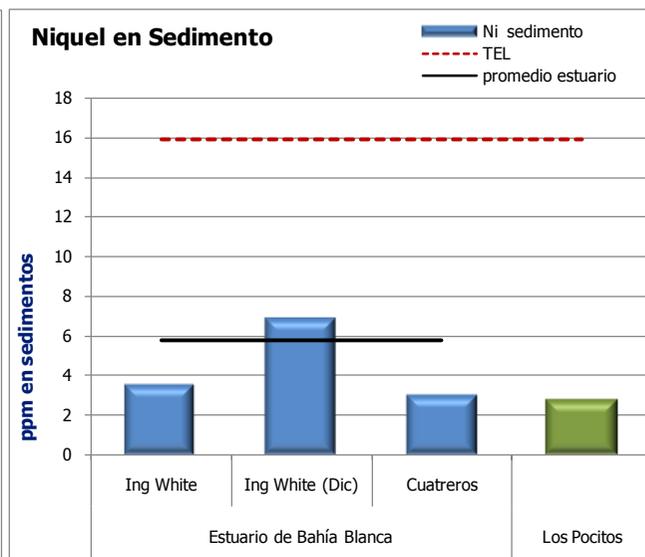
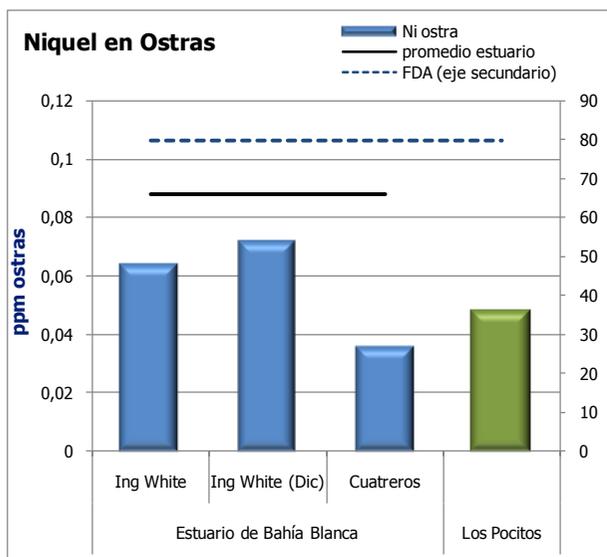


### Gráficos de concentración de Cromo

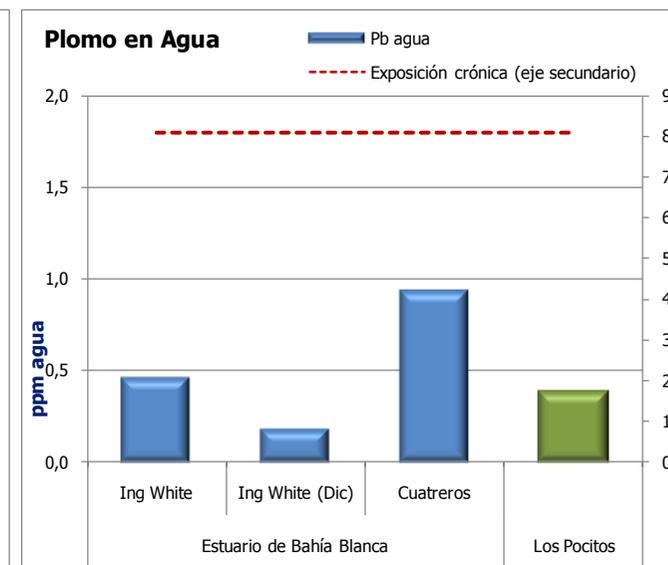
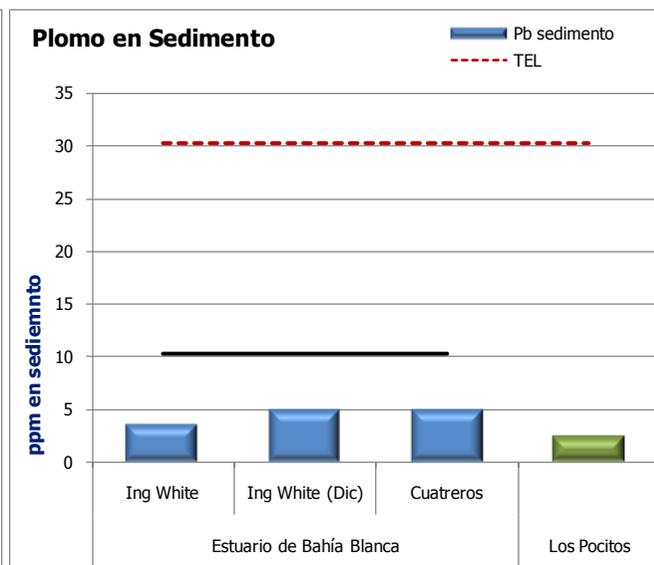
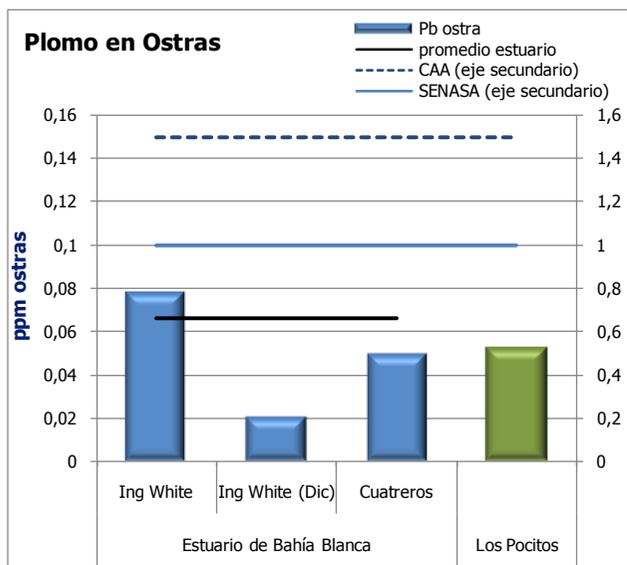




### Gráficos de concentración de Níquel

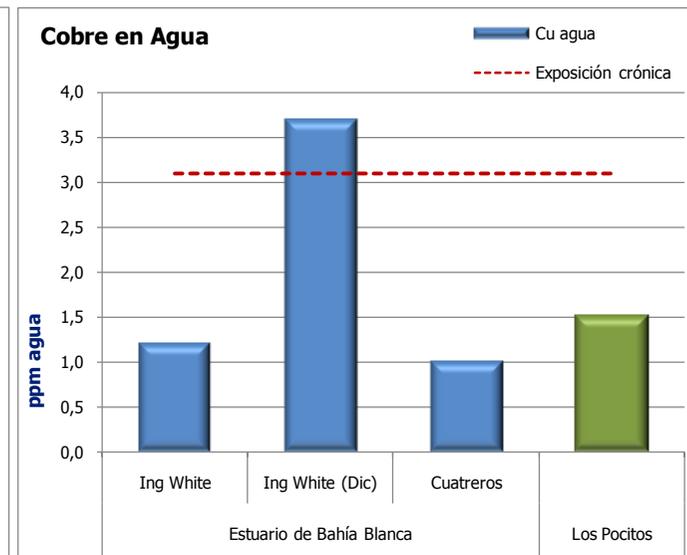
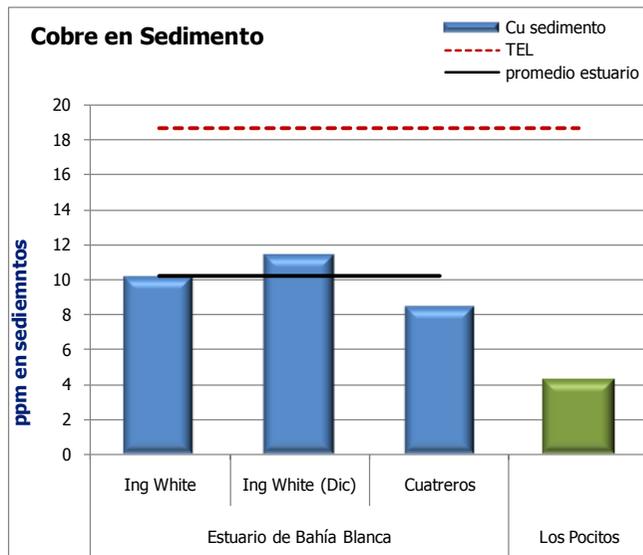
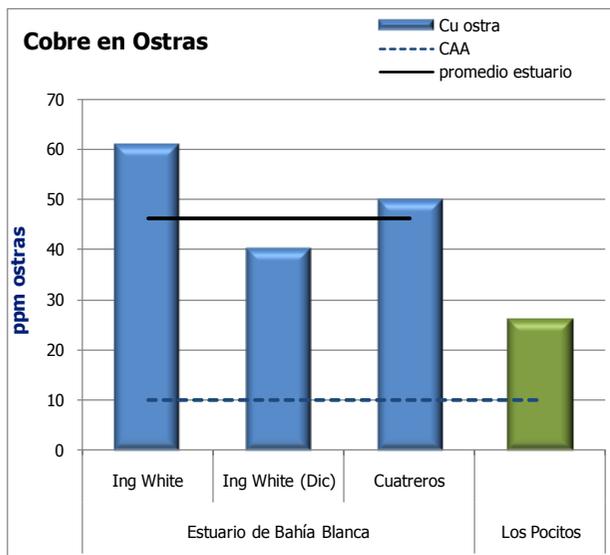


### Gráficos de concentración de Plomo

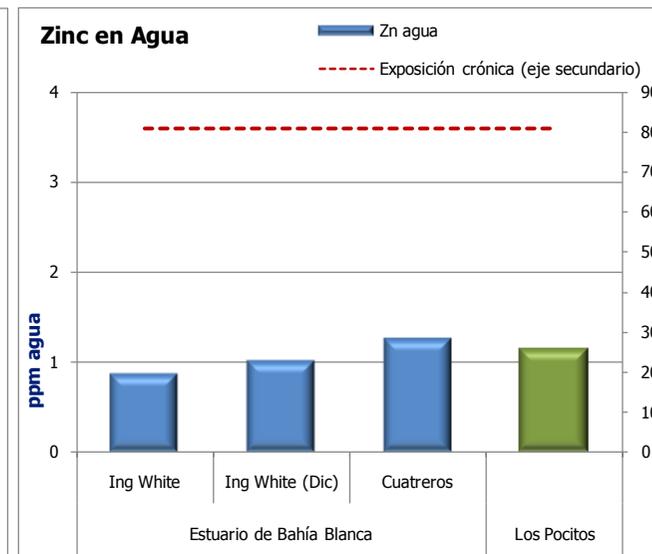
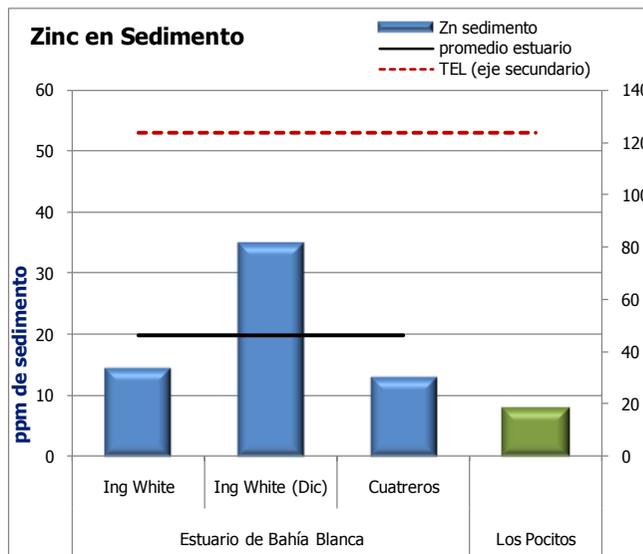
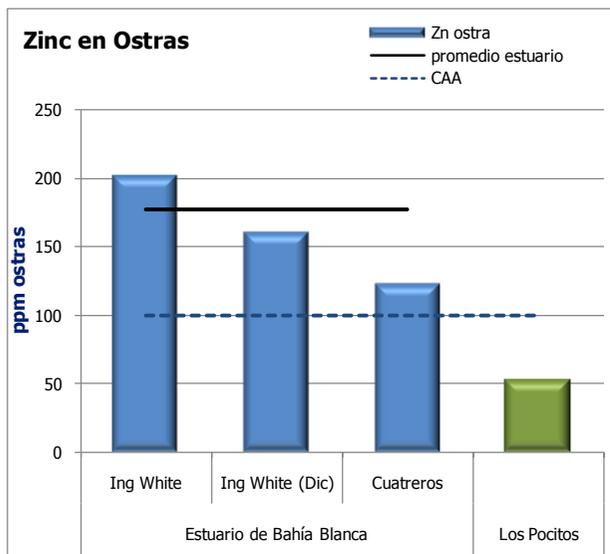




### Gráficos de concentración de Cobre

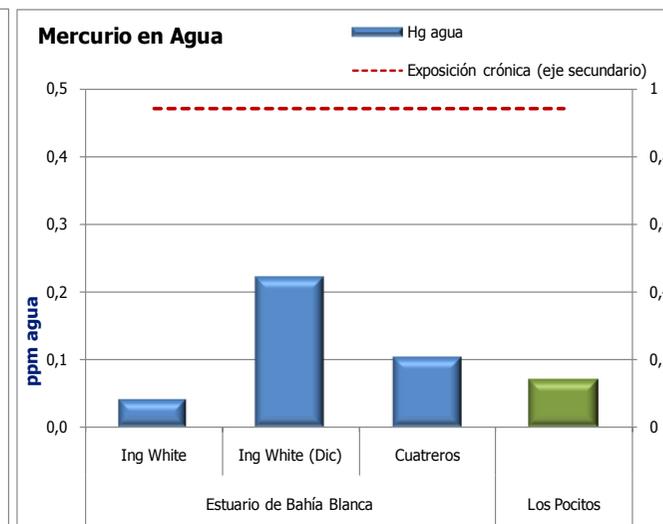
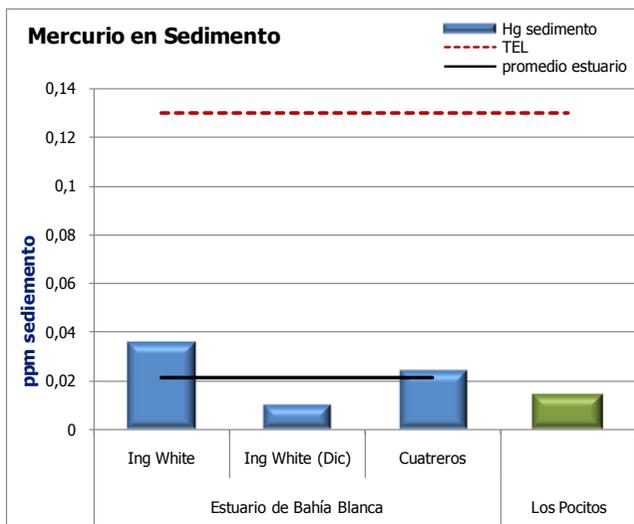
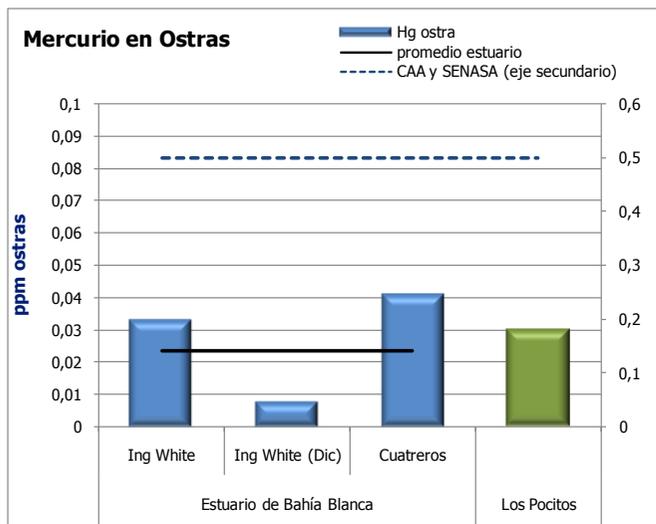


### Gráficos de concentración de Zinc





### Gráficos de concentración de Mercurio





**Tabla 2:** Concentraciones mundiales de metales en tejido blando de ostras, promedio y umbral de contaminación (ppm en peso húmedo)

Especie	Lugar	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Referencia
<i>Crassostrea gigas</i>	Ing. White. Estuario de Bahía Blanca	0,42	0,053	44	0,018	0,096	0,078	180	PIM 2013, 2014 y presente estudio (promedio)
<i>Crassostrea gigas</i>	Cuatrerros. Estuario de Bahía Blanca	0,53	0,057	50	0,033	0,075	0,050	174	PIM 2013, 2014 y presente estudio (promedio)
<i>Crassostrea gigas</i>	Los Pocitos. Bahía Anegada	0,55	0,075	26	0,030	0,048	0,052	53	Presente estudio
<i>Crassostrea gigas</i>	Taiwán (China)*	0,19	-	23-410	0,019	0,55	<b>1,29</b>	110-172	Hsu (1979), Han y Hung (1990), Young y Hsien (2003)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Hansan-Koje (Corea)*	0,54	-	6,3	-	-	-	110	Hwang <i>et al.</i> (1986)
<i>Crassostrea gigas</i>	Sedenia (Italia)	0,15	-	-	0,017	-	0,108	-	Piras <i>et al.</i> (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Golfo de Vizcaya (España)*	0,2	<b>3,8</b>	74,9	<b>0,146</b>	0,418	0,578	416	Solaun <i>et al.</i> (2013)
<i>Crassostrea gigas</i>	Bahía Kaneohe (EEUU)*	-	-	33,5	-	-	0,122	173	Hunter <i>et al.</i> (1995)
<i>Crassostrea gigas</i>	Río Tamar (Australia)*	-	-	14,5-38,1	-	-	0-0,8	446- <b>2984</b>	Ayling (1974)
<i>Crassostrea gigas</i>	Knysna (Sudáfrica)*	<b>1,8</b>	-	6,6	-	0,32	-	85	Watling y Watling (1976)
<i>Crassostrea gigas</i>	Isla Kyushu (Japón)*	<b>3,92</b>	-	<b>1022</b>	-	-	<b>2,9</b>	-	Szefer <i>et al.</i> (1997)
<i>Crassostrea gigas</i>	Costa Escocesa	0,32	0,5	13,8	-	<b>0,823</b>	0,12	231	McIntosh <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea angulata</i>	Estuario de Guadalquivir (España)*	-	-	<b>595,8</b>	-	-	-	<b>1946</b>	Cordon (1987)
<i>Crassostrea virginica</i>	Long Island Sound (EE.UU.)*	-	-	<b>114-216</b>	-	-	-	-	Zarogian (1979)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía de St. Louis (EE.UU.)*	-	-	9,2-39,4	-	-	-	52- <b>1026</b>	Lytle y Lytle (1982)
<i>Crassostrea virginica</i>	Costa Atlántica (EE.UU.)	-	0,4	<b>91,5</b>	-	0,19	0,47	1428	Pringle <i>et al.</i> (1968)
<i>Crassostrea virginica</i>	Bahía Chesapeake (EE.UU.)	<b>3,41</b>	-	10,9- <b>273</b>	-	-	-	505- <b>3033</b>	Wright <i>et al.</i> (1985)
<i>Crassostrea virginica</i>	Veracruz (México)	<b>7,32-11,77</b>	<b>20-33,6</b>	<b>202-280</b>	-	<b>7,62-14</b>	<b>21,42-11</b>	157- <b>3352</b>	Lango-Reynoso <i>et al.</i> (2010), Ávila Perez <i>et al.</i> (1993), Anton (2002), Galaviz (2003) y Guzman (2005)
<i>Crassostrea virginica</i>	México*	<b>0,82</b>	-	<b>65,2</b>	-	-	<b>1,76</b>	126	Vázquez <i>et al.</i> (1993)
<i>Crassostrea margaritacea</i>	Costa sur de Suráfrica*	-	-	1-19,4	-	-	-	25- <b>1303</b>	Watling y Watling (1974)
<i>Crassostrea madrasensis</i>	Estuario Ennore (India)*	0,53	<b>4,6</b>	47,6	-	<b>2,9</b>	<b>1,005</b>	150,5	Joseph y Srivastava (1993)
<i>Crassostrea brasiliensis</i>	Bahía Sepetiba (Brasil)*	<b>1,9</b>	<b>1,606</b>	4,9	-	<b>3,62</b>	<b>2,7</b>	<b>1900</b>	Lima <i>et al.</i> (1986); Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliensis</i>	Bahía Guanabara (Brasil)*	0,08	-	29,6	-	0,68	<0,26	260,6	Gomes <i>et al.</i> (1991)
<i>Crassostrea brasiliensis</i>	Estuario de Cananéia (Brasil)	<b>11</b>	-	2,6	0,02	-	0,08	393	Machado <i>et al.</i> (2002)
<i>Crassostrea iridescens</i>	El Salvador*	< 0,24	<b>3,16</b>	<b>124,4</b>	-	<b>2,12</b>	<0,24	408	Michel y Zengel (1998)
<i>Crassostrea iridescens</i>	Mazatlan (México)*	<b>3,6</b>	-	20	-	<b>1,7</b>	-	402	Paez-Osuna y Marmolejo Rivas (1990)
<i>Crassostrea rhizophorea</i>	Estuario Río Cocó y Ceará (Brasil)*	<b>1,07</b>	0,35	3,7	-	-	-	236	Gonçalves <i>et al.</i> (2007)
<i>Saccostrea commercialis</i>	Puerto Jackson (Australia)	-	-	<b>149-175</b>	0,01-0,03	-	<b>0,9-1,1</b>	<b>861-1176</b>	Scanes y Roach (1999)
<i>Saccostrea commercialis</i>	Estuario Pittwater (Australia)	-	-	<b>308</b>	-	-	-	469	Birch y Hogg (2011)
<i>Ostrea equestris</i>	Norte de Río de Janeiro (Brasil)	0,11	0,06	8,3	-	0,076	0,02	162	Ferreira <i>et al.</i> (2005)
Ostras	Promedio Mundial*	0,54	0,198	12,4	<b>0,078</b>	0,186	0,206	82	Cantillo (1998) NOAA (1997)
Ostras	Umbral de contaminación*	<b>0,74</b>	<b>0,5</b>	<b>60</b>	<b>0,046</b>	<b>0,68</b>	<b>0,64</b>	<b>800</b>	Cantillo (1998) NOAA (1997)

\*Valores originales calculados en peso seco, transformados a peso húmedo multiplicando por 0,2 (se asume contenido de humedad del 80%)



## ANEXO II: MONITOREO DE ARROYOS

**Tabla 3:** Resultados fisicoquímicos, de metales pesados y bacteriológicos del canal Maldonado, durante el 2015 y los niveles de referencia.

Canal Maldonado Desembocadura	2015																Res. 42/2006	"TEL" NOAA (SQuiRTs)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto		Septiembre	Octubre	Noviembre		Diciembre			
	Fisicoquímico																	
	agua	agua	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	sedimento	
pH (upH)	8,1	<b>9</b>	8,4	8,5	8,5	-	<b>8,6</b>	<b>9,3</b>	<b>9,6</b>	-	<b>8,8</b>	8,5	<b>9,4</b>	-	<b>9,4</b>	<b>6,5 - 8,5</b>	NE	
Temperatura (°C)	26,7	26,1	23,5	17,6	14,2	-	11	16,7	19,7	-	14,8	18,9	25,4	-	23,3	NE	NE	
Conductividad (mS/cm)	2	1,9	0,64	1,2	1,7	-	2,65	2,85	3,32	-	3,04	3,32	1,73	-	1,66	NE	NE	
Turbidez (NTU)	5	1,1	<b>142</b>	68	38	-	7	9	74	-	8	<b>808</b>	<b>115</b>	-	91	≤ 100	NE	
TDS (g/l)	n/a	1,22	0,408	0,747	1,08	-	n/a	n/a	2,13	-	n/a	n/a	1,09	-	1,06	NE	NE	
SS10' (ml/l)	<0,1	<0,1	<0,1	n/a	n/a	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	1,2	0,1	-	<0,1	NE	NE	
SS120' (ml/l)	<0,1	<0,1	0,4	n/a	n/a	-	<0,1	0,1	<0,1	-	<0,1	2	0,1	-	<0,1	NE	NE	
DQO (mg/l)	n/a	<5	49	11	11	-	<5	8	5	-	<5	77	6	-	19	NE	NE	
DBO (mg/l)	n/a	<b>13,7</b>	4,9	n/a	n/a	-	n/a	n/a	n/a	-	n/a	<b>35,6</b>	n/a	-	<5	≤ 10	NE	
N <sub>tot</sub> (mg/l)												9,1	2,6	-	2,3	NE	NE	
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,005	<0,1	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	n/a	n/a	< 0,1	n/a	≤ 0,075	<b>0,596</b>	
Niquel (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	1	n/a	n/a	n/a	8	n/a	n/a	n/a	11	n/a	≤ 0,05	<b>35,9</b>	
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	0,03	57	n/a	n/a	n/a	84	n/a	n/a	n/a	85	n/a	≤ 7,5	<b>315</b>	
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	7	n/a	n/a	n/a	8	n/a	n/a	n/a	8	n/a	≤ 0,025	<b>35</b>	
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,006	10	n/a	n/a	n/a	14	n/a	n/a	n/a	6	n/a	≤ 5	<b>35,7</b>	
Cromo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	6	n/a	n/a	n/a	7	n/a	n/a	n/a	9	n/a	≤ 0,125	<b>37,3</b>	
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,0002	<0,1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	≤ 0,025	<b>0,174</b>	
	Bacteriológico																	
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	<b>9500</b>	<b>6000</b>	<b>2800</b>	<b>3700</b>	<b>1700</b>	<b>2800</b>	<b>1100</b>	<b>1500</b>	<b>700</b>	<b>34000</b>	<b>4000</b>	<b>28000</b>	<b>28000</b>	<b>28000</b>	<b>28000</b>	≤ 126 (*)		
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	44000	27000	35000	12000	3450	48000	16000	23300	4100	250000	36000	52000	52000	52000	52000	NE		
<i>Salmonella</i> sp (UFC/250ml)	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	NE		

NE: no especificado

n/a: no analizado

Los resultados en agua con **negrita** indican que sobrepasaron la Resolución 42/2006, (\*) Límite para coliformes totales.

Los resultados en sedimento con **negrita** indican que sobrepasan el nivel guía "TEL" establecido por la NOAA (SQuiRTs) para la protección de la vida acuática.



**Tabla 4:** Resultados fisicoquímicos, de metales pesados y bacteriológicos del arroyo Napostá en su desembocadura, durante el 2015 y los niveles de referencia.

Arroyo Napostá Desembocadura	2015																Res. 42/2006	"TEL" NOAA (SQuiRTs)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		Junio	Julio	Agosto		Septiembre	Octubre	Noviembre		Diciembre			
	Fisicoquímico																	
	agua	agua	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	agua	sedimento	agua	agua	sedimento	agua	agua	agua	sedimento	
pH (upH)	7,6	8,5	7,9	8,1	7,8	-	8,4	8,4	<b>8,8</b>	-	7,4	8,2	-	<b>9,1</b>	<b>9,1</b>	<b>6,5 - 8,5</b>	NE	
Temperatura (°C)	22,4	23,6	23,2	19,9	17,1	-	9,3	11	15,3	-	11,4	14,9	-	24	22,3	NE	NE	
Conductividad (mS/cm)	1,2	1,21	1,4	1,47	1,84	-	2,46	2,42	1,76	-	2,55	2,06	-	1,61	1,72	NE	NE	
Turbidez (NTU)	1	6	6	3	0	-	65	22	50,8	-	35	36	-	34,5	78	≤ 100	NE	
TDS (g/l)	n/a	0,755	0,892	0,941	1,17	-	n/a	n/a	1,11	-	n/a	n/a	-	1,03	1,1	NE	NE	
SS10' (ml/l)	<0,1	<0,1	<0,1	n/a	n/a	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	NE	NE	
SS120' (ml/l)	<0,1	<0,1	<0,1	n/a	n/a	-	<0,1	0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	-	<0,1	0,1	NE	NE	
DQO (mg/l)	n/a	<5	7	<5	<5	-	<5	<5	<5	-	<5	<5	-	6	15	NE	NE	
DBO (mg/l)	n/a	n/a	3,8	n/a	n/a	-	n/a	n/a	n/a	-	n/a	n/a	-	n/a	<5	≤ 10	NE	
N <sub>tot</sub> (mg/l)													2,6	-	3,4	5,4	NE	NE
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,005	<0,1	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	n/a	1,3	n/a	n/a	≤ 0,075	<b>0,596</b>	
Niquel (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	1	n/a	n/a	n/a	5	n/a	n/a	7	n/a	n/a	≤ 0,05	<b>35,9</b>	
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	0,01	75	n/a	n/a	n/a	93	n/a	n/a	60	n/a	n/a	≤ 7,5	<b>315</b>	
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	11	n/a	n/a	n/a	16	n/a	n/a	21	n/a	n/a	≤ 0,025	<b>35</b>	
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,006	17	n/a	n/a	n/a	12	n/a	n/a	12	n/a	n/a	≤ 5	<b>35,7</b>	
Cromo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	5	n/a	n/a	n/a	5	n/a	n/a	3	n/a	n/a	≤ 0,125	<b>37,3</b>	
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	0,0004	<0,1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,1	n/a	n/a	≤ 0,025	<b>0,174</b>	
<b>Bacteriológico</b>																		
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	<b>11000</b>	<b>5400</b>	<b>4000</b>	<b>500</b>	<b>6600</b>	<b>13400</b>	<b>11500</b>	<b>5100</b>	<b>11000</b>	<b>40000</b>	<b>1600</b>	<b>9500</b>	≤ 126 (*)					
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	14000	10500	76000	4500	3100	15000	17000	44000	11000	24000	39000	22000	NE					
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	NE				

NE: no especificado

Los resultados en agua con **negrita** indican que sobrepasaron la Resolución 42/2006. (\*) Límite para coliformes totales.

Los resultados en sedimento con **negrita** indican que sobrepasan el nivel guía "TEL" establecido por la NOAA (SQuiRTs) para la protección de la vida acuática.



**Tabla 5:** Resultados fisicoquímicos, de metales pesados y bacteriológicos del arroyo Napostá antes de atravesar la ciudad, durante un año y los niveles de referencia.

Arroyo Napostá antes de atravesar la ciudad	2014		2015						Res. 42/2006	"TEL" NOAA (SQuiRTs)		
	Noviembre	Febrero	Mayo		Agosto		Noviembre					
	P.Vanoli	P.Canessa	agua	agua	sedimento	agua	sedimento	agua			sedimento	
	<b>Fisicoquímico</b>											
pH (upH)	n/a	8,6	8,5	8,2	n/a	<b>8,7</b>	n/a	<b>9</b>	n/a	<b>6,5 - 8,5</b>	NE	
Temperatura (°C)	n/a	19	24,8	13,9	n/a	12,5	n/a	21	n/a	NE	NE	
Conductividad (mS/cm)	n/a	0,72	1	1,15	n/a	1,35	n/a	1,39	n/a	NE	NE	
Turbidez (NTU)	n/a	15	31	57	n/a	28	n/a	15	n/a	≤ 100	NE	
TDS (g/l)	n/a	0,46	0,639	0,735	n/a	0,86	n/a	1,03	n/a	NE	NE	
SS10' (ml/l)	n/a	n/a	0,1	n/a	n/a	<0,1	n/a	<0,1	n/a	NE	NE	
SS120' (ml/l)	n/a	n/a	1	n/a	n/a	<0,1	n/a	0,5	n/a	NE	NE	
DQO (mg/l)	n/a	<5	8	<5	n/a	<5	n/a	3	n/a	NE	NE	
DBO (mg/l)	n/a	1	<b>12,6</b>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	≤ 10	NE	
N <sub>tot</sub> (mg/l)									0,7	n/a	NE	NE
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	<0,005	<0,1	n/a	<0,1	n/a	< 0,1	≤ 0,075	<b>0,60</b>	
Niquel (mg/l)	n/a	n/a	n/a	<0,01	3	n/a	1	n/a	5	≤ 0,05	<b>35,9</b>	
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	0,02	52	n/a	26	n/a	29	≤ 7,5	<b>315</b>	
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	<0,01	8	n/a	4	n/a	3	≤ 0,025	<b>35</b>	
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	<0,006	12	n/a	4	n/a	5	≤ 5	<b>35,7</b>	
Cromo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	<0,01	8	n/a	5	n/a	4	≤ 0,125	<b>37,3</b>	
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	<0,0002	<0,1	n/a	n/a	n/a	<0,1	≤ 0,025	<b>0,174</b>	
	<b>Bacteriológico</b>											
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	<b>700</b>	<b>300</b>	<b>1400</b>	<b>700</b>	ausencia		<b>400</b>		≤ 126 (*)			
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	9000	10000	9400	5500	27000		9200		NE			
<i>Salmonella</i> spp (UFC/250ml)	ausencia	n/a	presencia	presencia	ausencia		ausencia		NE			
Enterococcus (UFC/100ml)	<b>2300</b>	n/a	<b>2300</b>	n/a	n/a		n/a		≤ 33			

NE: no especificado

n/a: no analizado

Los resultados en agua con **negrita** indican que sobrepasaron la Resolución 42/2006, (\*) Límite para coliformes totales.

Los resultados en sedimento con **negrita** indican que sobrepasan el nivel guía "TEL" establecido por la NOAA (SQuiRTs) para la protección de la vida acuática.



**Tabla 6:** Índices de calidad de agua (ICA) de los tres puntos de muestreo a lo largo del 2015.

ICA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Canal Maldonado Desembocadura	56	57	53	53	56	62	58	44	59	40,1	54	49
Arroyo Napostá Desembocadura	67	62	64	65	62	57	54	53	62	62	57	49
Arroyo Napostá antes de la ciudad		60,5			59,9			74			64	

Referencias: Criterio de valoración del ICA según el uso del agua (Vizcaíno)

	Recreación	Vida Acuática
70-100	aceptable	aceptable
60-70	no recomendable	aceptable excepto especies sensibles
50-60		dudoso para o especies sensibles
40-50	dudoso para contacto directo	solo organismos resistentes
30-40	no se recomienda contacto	
20-30	contaminado	no aceptable
0-20	no aceptable	



### ANEXO III: MONITOREO DE LA DESCARGA CLOACAL 3<sup>RA</sup> CUENCA

**Tabla 7:** Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de la 3<sup>ra</sup> Cuenca, durante 2015

3ra Cuenca	13-ene	10-feb	11-mar	22-abr	12-may	16-jun	06-jul	31-ago	14-sep	13-oct	16-nov	01-dic	Límite Res. 336/03
<b>Fisicoquímico</b>													
pH (upH)	6,7	7,7	7,6	7,4	7,5	7,7	7,9	7,7	7,4	7,8	6,8	7,8	6,5 - 10,0
Temperatura (°C)	23,2	22,9	24,4	20,9	18,1	16,5	16,4	18	16,5	18	21,5	21,9	≤ 45
Conductividad (mS/cm)	1,67	2,17	1,56	1,67	1,77	2,36	2,38	2,43	2,53	2,5	2,48	1,69	NE
Turbidez (NTU)	75	162	20,9	33,1	136	98	169	204	100	63	120	275	NE
SS10' (ml/l)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	n/a	<0,1	<0,1	n/a	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	ausente
SS120' (ml/l)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	n/a	<0,1	0,1	n/a	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	≤ 0,1
TDS (g/l)	n/a	n/a	0,995	n/a	1,13	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,08	NE
Cloro residual (mg/l)	n/a	0,1	0,5	0,5	<0,1	<0,1	<0,05	1,09	<0,05	0,2	0,18	0,05	≤ 0,5
DQO (mg/l)	131	118	49	66	102	106	161	216	134	94	194	224	≤ 250
DBO (mg/l)	<b>72,8</b>	29,5	3,2	8	49,3	47,1	<b>60,8</b>	<b>89</b>	<b>53,7</b>	<b>53</b>	34	<b>100</b>	≤ 50
Ntot (mg/l)	n/a	n/a	n/a	<b>39,2</b>	n/a	<b>34,2</b>	<b>39,6</b>	<b>36,4</b>	<b>35,2</b>	<b>32,6</b>	<b>39,8</b>	<b>35</b>	≤ 35
Cadmio (mg/l)	n/a	n/a	n/a	<0,005	<0,005	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,05	n/a	≤ 0,1
Niquel (mg/l)	n/a	n/a	n/a	<0,01	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	n/a	≤ 2,0
Zinc (mg/l)	n/a	n/a	n/a	0,09	0,09	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,12	n/a	≤ 2,0
Plomo (mg/l)	n/a	n/a	n/a	<0,01	<0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	n/a	≤ 0,1
Cobre (mg/l)	n/a	n/a	n/a	0,008	0,02	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,006	n/a	≤ 1,0
Cromo (mg/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	0,01	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	n/a	≤ 2,0
Mercurio (mg/l)	n/a	n/a	n/a	0,0005	<0,0002	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,0006	n/a	≤ 0,005
<b>Bacteriológico</b>													
<i>Enterococcus</i> spp. (UFC/100ml)	2200000	10	< 10	<10	150000	460000	4000	50000	600000	1000	<10	5000	NE
Coliformes fecales (NMP/100ml)	<b>&gt;1100000</b>	3,6	3,6	9,1	<1100	<b>1100000</b>	<b>3600</b>	<b>&gt;240000</b>	<b>240000</b>	<b>8800</b>	<2000	<b>38000</b>	≤ 2000

n/a: no analizado

NE: no especificado





### ANEXO IV: Evaluación del impacto bacteriológico de la descarga cloacal de la 3ra cuenca en la zona interna del estuario

**Tabla 8:** Análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la zona del ex club Almirante Brown

Alte. Brown	13-ene		02-feb	22-abr		12-may		20-ago		23-nov	
	agua	sedimento	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento	agua	sedimento
<b>Fisicoquímico</b>											
pH (upH)	8	n/a	n/a	7,9	n/a	7,9	n/a	8,5	n/a	8,3	n/a
Temperatura (°C)	25,7	n/a	n/a	19,2	n/a	14	n/a	16,2	n/a	21,3	n/a
Conductividad (mS/cm)	54,2	n/a	n/a	33,9	n/a	33,2	n/a	50,8	n/a	49,1	n/a
Turbidez (NTU)	39	n/a	n/a	saturado	n/a	414	n/a	saturado	n/a	n/a	n/a
TDS (g/l)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	20,4	n/a	30,5	n/a	30	n/a
Cloro residual (mg/l)										0,4	n/a
Cadmio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,005	0,8	n/a	n/a	n/a	<0,1
Niquel (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	4	n/a	n/a	n/a	6,2
Zinc (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,04	139	n/a	n/a	n/a	39
Plomo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,01	16	n/a	n/a	n/a	5,9
Cobre (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,006	14	n/a	n/a	n/a	10,7
Cromo (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,01	10	n/a	n/a	n/a	6
Mercurio (mg/l) o (mg/kg)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	<0,0002	<0,1	n/a	n/a	n/a	<0,01
<b>Bacteriológico</b>											
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml o UFC/g peso seco)	500	n/a	550	n/a	2840	4000	n/a	3000	90	1500	<9
<i>Enterococcus</i> spp. (UFC/100ml o UFC/g peso seco)	<b>400</b>	n/a	950	n/a	5700	<b>2000</b>	n/a	<b>1500</b>	<10	<b>600</b>	187
Heterótrofas terrestres (UFC/ml)	900	n/a	n/a	n/a	n/a	1800	n/a	11600	n/a	2100	n/a
Heterótrofas marinas (UFC/ml)	135000	n/a	n/a	n/a	n/a	42000	n/a	120000	n/a	190000	n/a

n/a: no analizado

