



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

## **Estudio de la calidad de agua y sedimentos del Río de la Plata Enero - Junio 2023**



**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental  
Gerencia de Gestión Ambiental**

**Departamento de Desarrollo Ambiental  
Intendencia de Montevideo**



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

**Autores del Informe / Colaboradores:**

Jimena Risso

Bruno D'Alessandro

Daniel Sierra

Mary Yafalian

Gustavo Saona

Se destaca la valiosa colaboración de todos los integrantes de la Unidad de Calidad de Agua y de la Unidad Área Analítica, así como de los pasantes, estudiantes de las Facultades de Ciencias, Química, e Ingeniería en la realización de los muestreos de agua y los análisis correspondientes.

**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental**

Camino al Faro s/n, Punta Carretas

CP 11300 - Montevideo Uruguay

[www.montevideo.gub.uy](http://www.montevideo.gub.uy)



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

## Índice

<b>2. RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>4</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
3.1 Factores de variabilidad	5
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>6</b>
5.1 Frecuencia	6
5.2 Puntos de Muestreo	6
<b>5.3 Metodología de muestreo</b>	<b>9</b>
5.4 Metodología analítica	10
<b>6. ANÁLISIS DE LOS DATOS</b>	<b>12</b>
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
7.1. Resultados en Agua	13
7.1.1. Línea L, Línea Z, Playas	13
7.1.2. Punta Yeguas, Bahía de Montevideo y Punta Carretas	18
<b>8. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DE PUNTA YEGUAS</b>	<b>22</b>
<b>9. REFERENCIAS</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>33</b>



## 2. RESUMEN EJECUTIVO

El “Programa de monitoreo de calidad de agua y biota del Río de la Plata” se inició en el año 2007 como parte del Plan de Gestión Ambiental y Social de las obras previstas en el Plan de Saneamiento, Etapa IV, de la Intendencia de Montevideo. Este Plan comprendió, entre otras actividades, la construcción de un sistema conformado por estaciones de bombeo, una planta de pretratamiento y un emisario subacuático en la zona de Punta Yeguas con el fin de dar disposición final adecuada a los efluentes líquidos de la zona Oeste del Departamento. El objetivo del Programa de Monitoreo es caracterizar el sistema antes, durante y después de la construcción de dichas obras, dando seguimiento a la evolución de los parámetros clave durante la operación a efectos de verificar que no se afecten los usos ecosistémicos del cuerpo receptor. El estudio, que está a cargo del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, comprende desde la desembocadura del Río Santa Lucía frente al balneario Playa Pascual en el Departamento de San José hasta el Arroyo Carrasco. Los muestreos correspondientes a este informe se realizaron en embarcaciones de la Armada Nacional, partiendo dos grupos en forma simultánea desde el Puerto de Montevideo.

La primera etapa del Programa, línea de base previa a la construcción del emisario en Punta Yeguas, se realizó entre noviembre de 2007 y julio de 2015 y comprendió 39 muestreos de agua y 20 de sedimento. La segunda etapa, correspondiente a la fase de construcción del emisario, tuvo como objetivo principal el seguimiento en el tiempo de las condiciones ambientales y biológicas que pudieron llegar a ser alteradas durante la obra y se llevó a cabo entre julio de 2015 hasta julio de 2017. Desde ese momento hasta la puesta en operación del sistema las siguientes obras fueron desarrolladas en tierra por lo que no se consideró que pudiera haber afectación del cuerpo de agua. En el año 2020, con la puesta en marcha del Sistema de Disposición Final Oeste, comenzó la tercera etapa del monitoreo correspondiente a su operación.

**En este informe se presenta la logística del monitoreo junto con los resultados obtenidos en el primer semestre de 2023. En este periodo se realizó una campaña de muestreo de agua en la fecha 26/04/2023.**



### **3. INTRODUCCIÓN**

El Río de la Plata, posee un área de 35.500 km<sup>2</sup>. Está formado por la confluencia de dos de los ríos más importantes de Sudamérica, el Paraná y el Uruguay, que aportan en conjunto a una descarga media del orden de los 22.000 m<sup>3</sup>/s, ubicándose en cuarto y quinto lugar en el mundo en descarga fluvial y área de drenaje, respectivamente.

El viento en el Río de la Plata es el principal forzante de la circulación y presumiblemente uno de los principales forzantes de la turbiedad, afectando la dinámica en todas las escalas. Los vientos dominantes durante todo el año son del norte y noreste (velocidad media de 5 m/s). En invierno prevalecen los vientos del suroeste (velocidad media de 5 m/s) durante el pasaje de los frentes fríos, mientras que en verano la dirección predominante es del sureste, "sudestadas" produciendo inundaciones en el Río de la Plata Superior con una frecuencia de ocurrencia de 2 a 3 eventos por año.

Se reconocen en el Río de la Plata dos grandes regiones, siendo la Barra del Indio la barrera geomorfológica natural que lo divide en la zona interior y otra exterior. La región interior presenta características fluviales (Salinidad entre 0 y 2, en la escala práctica de salinidad) y profundidades de hasta 10 metros. En tanto, en la zona exterior predominan condiciones salobres a marinas (Salinidad 3 - 30), con profundidades que van desde los 10 a los 20 metros (CARP 1989).

#### **3.1 Factores de variabilidad**

En la zona costera, los principales factores que influyen sobre la circulación del Río de la Plata son la descarga fluvial de sus tributarios, la marea oceánica y los vientos que soplan sobre la superficie del agua. La marea presenta amplitudes bajas, generalmente menores que 1 m, por lo cual se la clasifica como un sistema micromareal. A medida que avanza a lo largo de la plataforma, la energía ingresa al sistema principalmente por el sudeste. El régimen es mixto, predominantemente semidiurno.

Otro de los factores que influye fuertemente sobre la costa del Río de la Plata son las fluctuaciones del caudal de toda la cuenca del Río Uruguay - Río Paraná, que a su vez están vinculadas con los eventos El Niño – La Niña. Las mismas determinan variaciones en la descarga del Río de la Plata y producen cambios de salinidad, turbidez, carga de nutrientes y materia orgánica en la costa de Montevideo. El Niño es un fenómeno natural caracterizado por el calentamiento anormal de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico ecuatorial central y oriental. En promedio, se produce de cada dos a siete años y puede durar hasta 18 meses. Durante los episodios de El Niño, los patrones normales de precipitaciones y de circulación atmosférica tropical se ven perturbados, desencadenando eventos climáticos extremos en todo el planeta (<http://www.fao.org/el-nino/es/>).

Por otro lado, cuando se registran eventos La Niña el régimen de precipitaciones también suele verse afectado, causando sequías en nuestra región. (ONI: *Oceanic Niño Index*), (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>).

Durante el período de estudio de este informe (enero 2023-junio 2023), según indica ONI se registró una transición desde un evento La Niña a un evento El Niño.



#### **4. OBJETIVOS**

El programa de monitoreo del Río de la Plata se ha diseñado para dar seguimiento al comportamiento de variables físicas, químicas y bióticas en las distintas etapas del Sistema de Disposición Final Oeste, siendo sus objetivos:

- Realizar una caracterización de la zona de estudio y aportar información sobre calidad del agua, sedimentos y biota que permita definir una “línea de base” antes de la construcción del sistema.
- Detectar variaciones en dichos parámetros, generadas por la construcción y operación del emisario Punta Yeguas y la operación del sistema.

El Programa comprende el estudio de la calidad de las aguas del Río de la Plata en la zona costera, desde la desembocadura del Río Santa Lucía hasta la desembocadura del A° Carrasco, así como de la Bahía de Montevideo, desde la zona de playas hasta una distancia de 2000 metros de la costa y su evolución en función de las obras desarrolladas.

En este informe se procesa la información y reportan los datos obtenidos desde enero hasta junio de 2023.

Además en Anexo se incluyen los resultados de la Planta de Pretratamiento de Punta Yeguas. Las muestras son extraídas quincenalmente por el personal que opera la planta y trasladadas al laboratorio donde se le realizan las determinaciones correspondientes.

#### **5. METODOLOGÍA**

La coordinación y ejecución de este estudio está a cargo del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental e incluye muestreos y determinaciones analíticas (en campo y en laboratorio) de diversos parámetros en la columna de agua y en sedimentos.

En el proceso de toma de muestras en los puntos marinos se emplean embarcaciones pertenecientes a la Armada Nacional. La logística es llevada a cabo con dos barcos trabajando de manera simultánea: uno realiza el monitoreo desde la Bahía de Montevideo hasta la desembocadura del Río Santa Lucía, mientras que el otro abarca el tramo que va desde la Bahía hasta el Arroyo Carrasco. Los sitios en “playas” se accede con vehículo desde la costa.

##### **5.1 Frecuencia**

La frecuencia establecida de monitoreo es de cuatro veces al año en agua y de dos muestreos anuales en sedimentos.

##### **5.2 Puntos de Muestreo**

En la Tabla 5.1 se presentan las estaciones de muestreo en agua.



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

<b>Zona</b>	<b>Nº Puntos</b>	<b>Estaciones</b>
Playas	10	Punta Espinillo (PE), Pajas Blancas (PB), Punta Yeguas (PY), Santa Catalina (SC), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), Ingleses (ING), Carrasco (CAR).
200 metros (Z)	12	Carrasco (Z1), Verde (Z2), Malvín (Zmal), Pocitos (Z4), Ramírez (Z5), Calle Paraguay (Z6), canal de acceso al puerto (Z8), Cerro (Z9), Dellazoppa (Z Zoppa), Santa Catalina (Z11), Pajas Blancas (Z12) y Punta Espinillo (Z13).
2000 metros (L)	10 puntos	Carrasco (L1), Malvín (L2), Paraguay (L2B), Cerro (L3), Dellazoppa (L4), Pajas Blancas (L5), Punta Espinillo (L6), Santa Lucía (L7), Playa Pascual (L8), A° Carrasco (L9).
Concéntrico Punta Carretas	2 puntos	EMIS PC, P.
Concéntrico Punta Yeguas	9 puntos	PYC1W, PYC2W, PYC1S, PYC2S, PYC1N, PYC2N, PYC1E, PYC2E, PY.
Bahía	4 puntos	B1, B4, B5, B6.

**Tabla 5.1.** Estaciones de muestreo en monitoreo de agua.



**Intendencia  
Montevideo**

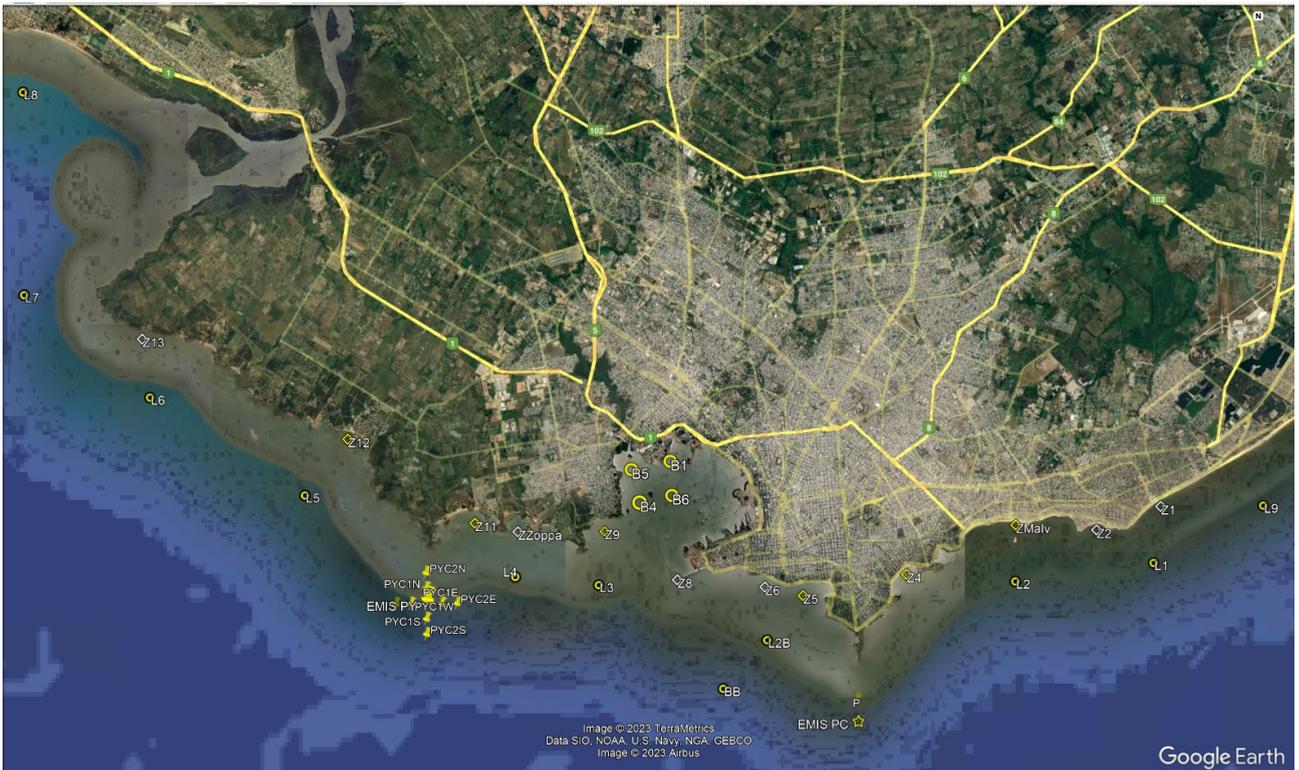
**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

La lista de las estaciones de muestreo por cada zona y sus coordenadas geográficas se presenta en el Anexo I. En la figura 5.1 se representan las estaciones de muestreo.



**Figura 5.1.** Ubicación de los puntos de muestreo de agua en la zona de estudio.

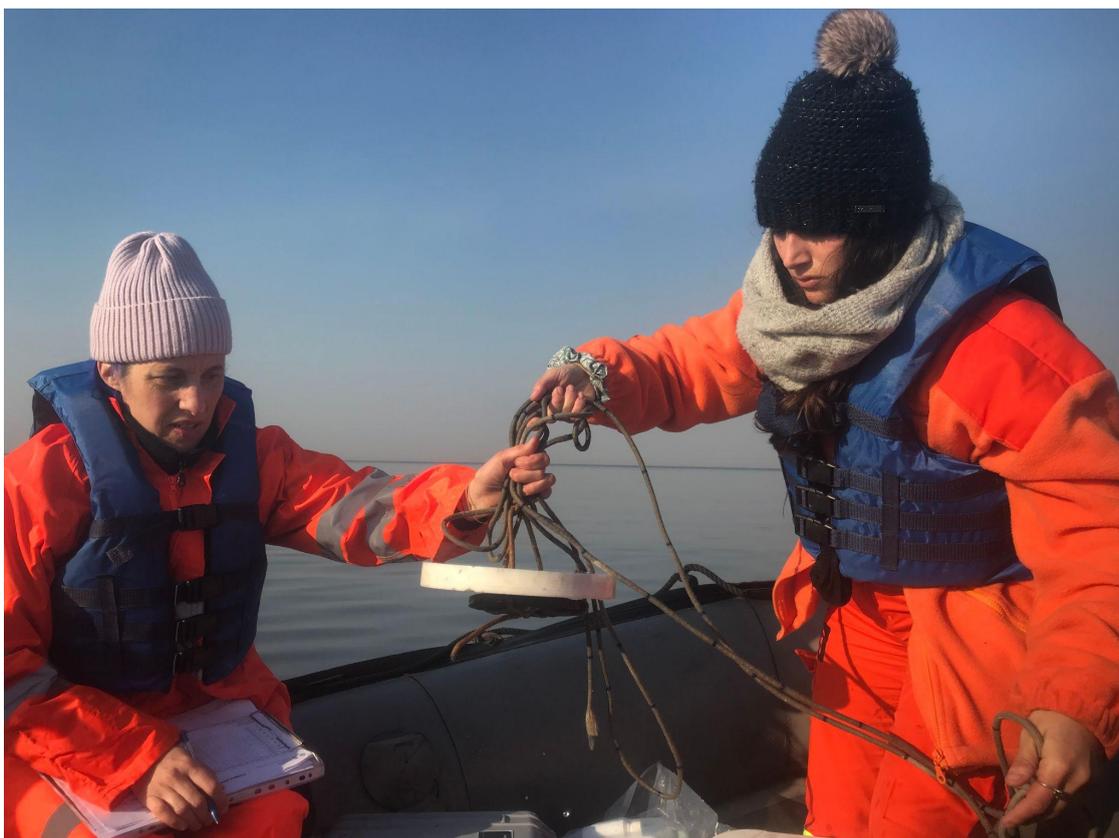


### 5.3 Metodología de muestreo

Se extraen muestras de agua en superficie y en profundidad en todas las estaciones detalladas en el punto 5.1, excepto en las estaciones en “playa” en donde se extrae solo en superficie. Para la toma de muestras destinadas al análisis microbiológico se utilizan frascos previamente esterilizados, para los análisis fisicoquímicos así como las determinaciones de nutrientes y metales se utilizan frascos previamente tratados de acuerdo a las exigencias de las técnicas respectivas. Las muestras destinadas al análisis de clorofila *a* son extraídas en frascos oscuros que no permiten el pasaje de la luz.

La toma de las muestras superficiales se realiza de forma directa mientras que las de profundidad se utilizan botellas tipo *Kemmerer*.

Los datos fisicoquímicos de campo (temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto y pH) son registrados con multiparámetros marca *YSI* modelo Pro 2030.



**Figura 5.2.** Trabajo de campo



### 5.4 Metodología analítica

Agua	Método de Referencia	
Parámetros fisicoquímicos	pH	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-H+
	Conductividad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2510 B.
	Oxígeno Disuelto	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-O G.
	Salinidad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2520 B.
	Temperatura	SMEWW, 24th Ed. Met. 2550 B.
	Turbiedad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2130B
	Disco Secchi	-
	Nitrógeno Total	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama, 1981
	Fósforo Total	Valderrama J.C. (1981) SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-PD
	Fosfatos	SMEWW, 24rd Ed. Met. 4500-P E
	Amonio	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-NH3-F
		ASTM D 6919-03
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW, 24th Ed. Met. 5210 B
	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW, 24th Ed. Mét.5220-D
	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW, 24th Ed. Met. 2540 D
	Grasas y Aceites	Extracción por Soxhlet. SMEWW, 24th Ed. 5520 D
	Sulfuros	Hach: Hydrogen Sulfide Test Kit
	Sólidos Sedimentables	SMEWW, 24th Ed. Mét. 2540-F
	Cromo Total	SMEWW, 24th Ed. Met. 3111
	Plomo Total	SMEWW, 24th Ed. Met. 3111
Cobre	SMEWW, 24th Ed. Mét. 3111 B	
Zinc	SMEWW, 24th Ed. Mét. 3111 B	
Parámetros microbiológicos	Coliformes Fecales	SMEWW, 24th Ed. Met. 9222 D
	Enterococos	EPA 1600, Procedimiento de filtración por membrana utilizando medio MEI.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Parámetro biológico	Clorofila <i>a</i>	SMEWW, 24th Ed. Met. 10200 H
Parámetros Ecotoxicológicos	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)
	<i>Artemia Franciscana</i>	Protocolo ARTOXKIT M® (MicroBioTests Inc.)
<b>Sedimentos</b>		
Parámetros Ecotoxicológicos	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)
	<i>Hyalella Curvispina</i>	Somma et al. (2011) cultivo
Parámetros químicos	Cromo Total	- EPA, Método 3051 (Extracción de metales mediante microondas) - SMEWW, 23rd Ed. Método 3111 B (Determinación de metales por absorción atómica - atomización por llama).
	Plomo	
	Cobre	
	Zinc	

**Tabla 4.3.** Metodologías para estudio de parámetros en laboratorio



## **6. ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Los resultados se presentan en gráficas de puntos. Las mismas se construyen colocando en el eje y el parámetro de medición y en el eje x los sitios de muestreo, ordenados siempre por su localización desde el oeste hacia el este.

En los casos que corresponda, se agrega como referencia una línea horizontal de color rojo señalando el límite normativo o de referencia utilizado:

- a) Decreto 253/79 y modificativos: turbidez (50 NTU), fósforo total (0,025 mg P/L), oxígeno disuelto (5 mg/L), pH (mínimo 6.5 y máximo 8.5) y coliformes fecales (2000 ufc/100mL valores puntuales).
- b) Enterococos (200 ufc/100mL), por falta de normativa aprobada, se tomó el límite de la propuesta de modificación del Decreto del grupo GESTA AGUA (versión consolidada de 2008).
- c) Clorofila *a* (entre 5 y 20 µg/L categoría Aceptable) de acuerdo a pautas internacionales (USEPA, 2011).
- d) Nitrógeno total (1 mg/L) establecido en la Mesa Técnica del Agua (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2017).

Los valores puntuales se presentan en forma de tabla en el Anexo II.

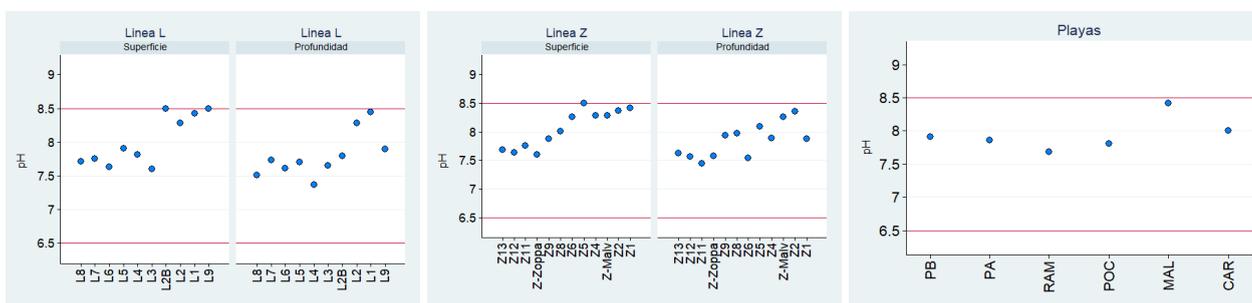


## 7. RESULTADOS

### 7.1. Resultados en Agua

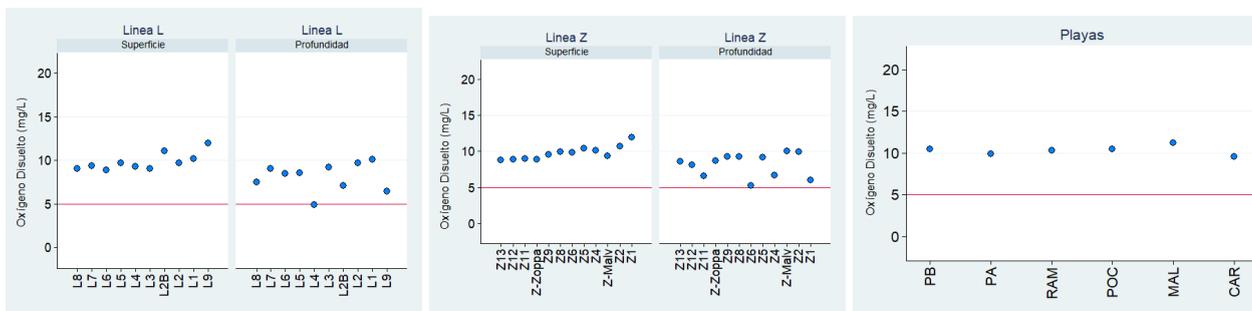
#### 7.1.1. Línea L, Línea Z, Playas

##### pH



El pH se mantuvo con valores dentro de los límites normativos (6,5 y 8,5).

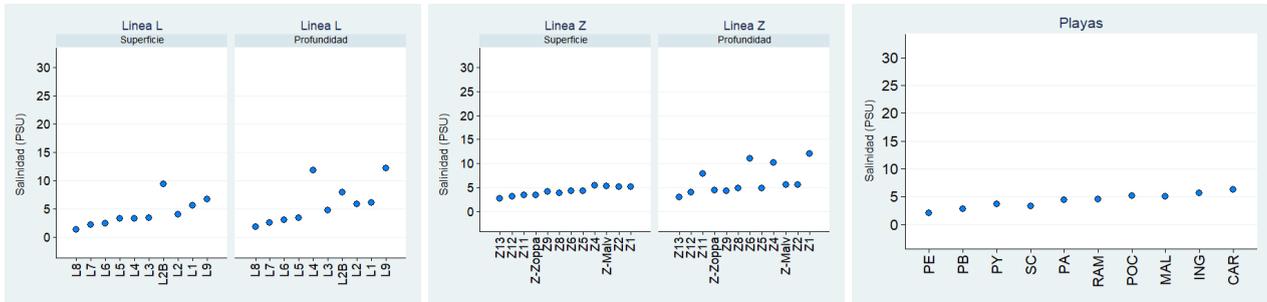
##### Oxígeno Disuelto



En esta campaña la mayoría de los valores de oxígeno disuelto se encontraron por encima del mínimo establecido por la normativa. Solamente L4 presentó un valor de 4,9 mg/L, muy ligeramente por debajo del límite establecido.

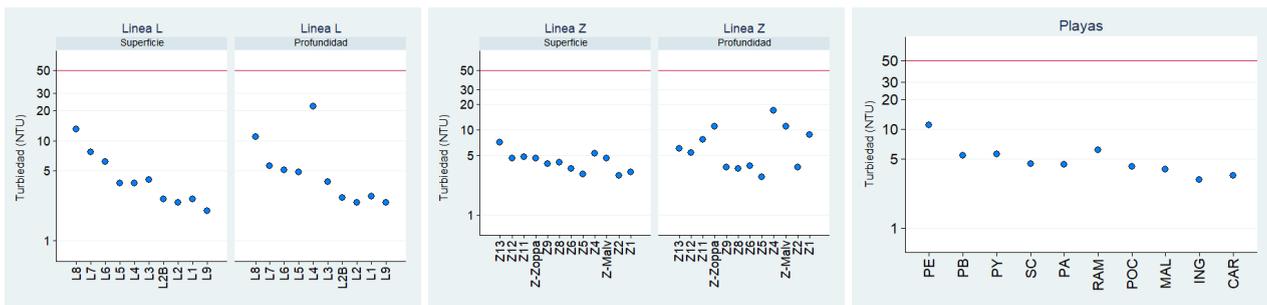


### Salinidad



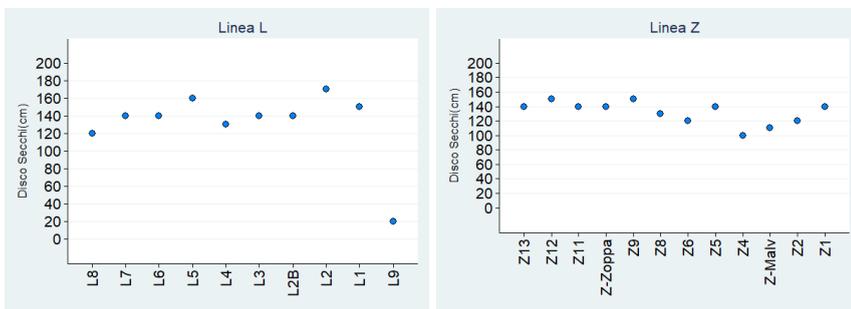
Todos los valores de salinidad se encuentran dentro del espectro habitual del Río de la Plata, con registros sensiblemente mayores hacia el este.

### Turbidez



En esta campaña todos los valores de turbidez se mantuvieron por debajo del límite normativo, sin embargo es habitual que debido a las condiciones naturales del río estos valores se puedan superar.

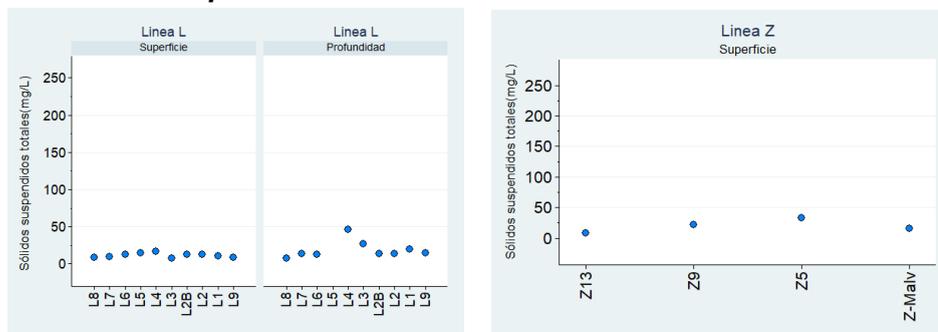
### Disco Secchi



Los valores de disco Secchi se registraron entre 20 y 170 cm que se encuentran dentro de los valores históricos del RdIP.



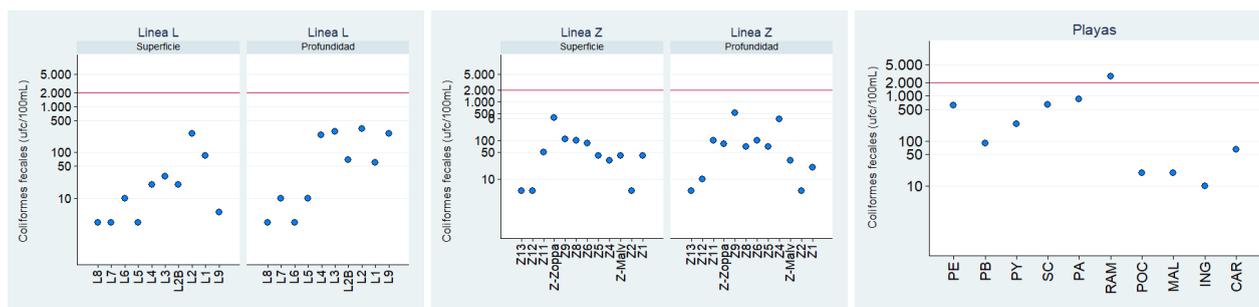
### Sólidos suspendidos totales



Los valores de SST varían entre 5 mg/L y 46 mg/L.

### Coliformes fecales

Los resultados de coliformes fecales se comparan con el Decreto N°253/79 y modificativos posteriores, con relación a la Clase 3, correspondiente a aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica. De acuerdo con esta Clase, el estándar que debe cumplirse es el siguiente: "No se deberá exceder el límite de 2000 CF/100mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 ufc/100mL".

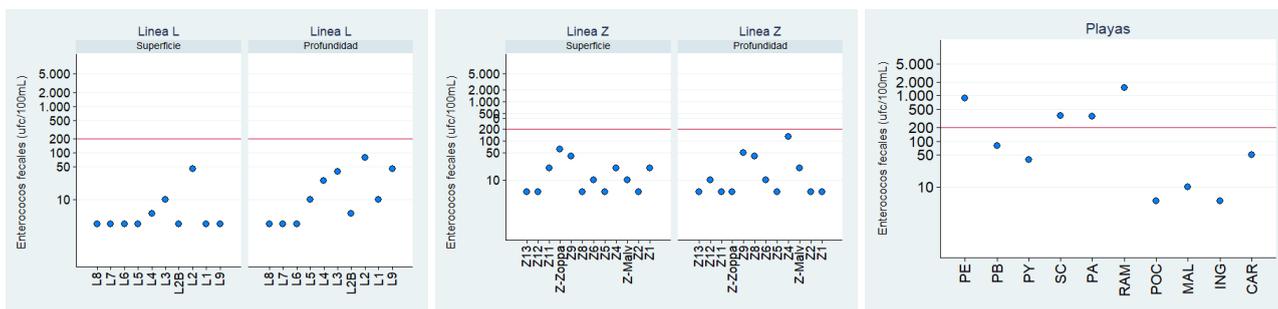


En este caso la mayoría de los valores se encuentran por debajo del límite normativo. La excepción fue la playa Ramírez.



### Enterococos fecales

Los enterococos fecales se recomiendan por la OMS como indicadores, especialmente en aguas con influencia marinas debido a que presentan importantes ventajas: tienden a sobrevivir durante más tiempo que E. coli (o que los coliformes fecales) en medios acuáticos, son más resistentes a la desecación, a la salinidad y a la cloración.



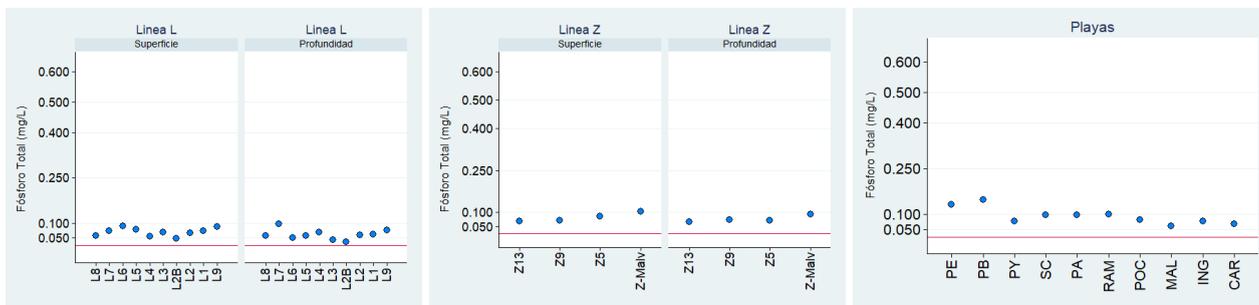
Aunque los valores registrados en los sitios distantes de la costa en su totalidad se mantienen por debajo de los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), es importante resaltar que las playas Punta Espinillo, Santa Catalina, del Cerro y Ramírez sobrepasan dicho valor establecido.

### Bioensayos

Los bioensayos se realizaron a partir de las muestras de agua de superficie con el ensayo de Microtox y *Artemia* spp. En todos los sitios de las líneas L y Z, como en playas, para ambos ensayos la toxicidad estuvo por debajo de 1 en valores de Unidades de Toxicidad (UT), por lo que se clasifican como “No tóxicos”.

### Nutrientes

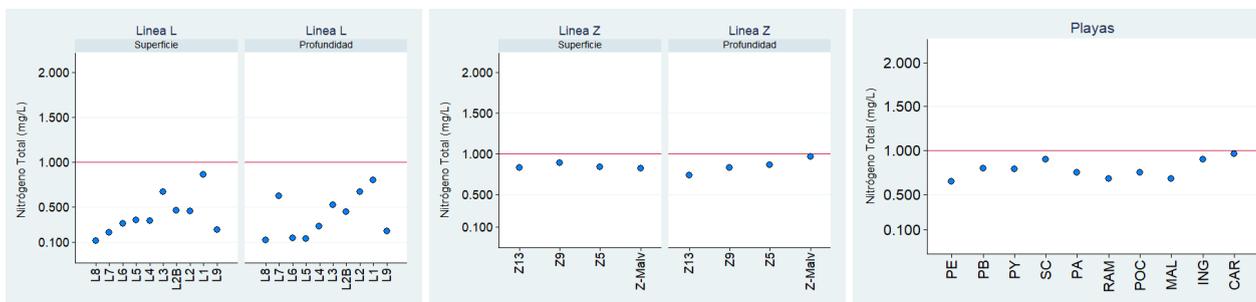
#### Fósforo total



Todos los valores de Fósforo total superan el límite normativo.

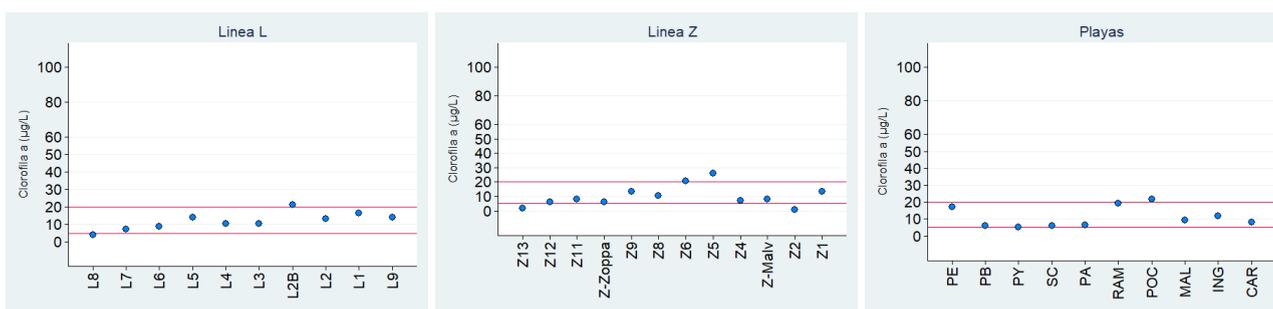


### Nitrógeno Total



Para este muestreo, los valores de nitrógeno total se encuentran por debajo de 1,0 mg/L, límite de referencia establecido por la Mesa Técnica del Agua.

### Clorofila a



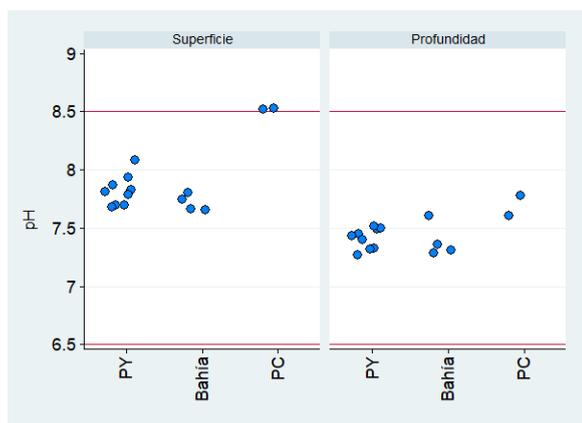
La concentración de clorofila a se encontró, en la mayoría de las muestras extraídas, entre 5 y 20 µg/L, límites inferior y superior de la categoría "Aceptable" según USEPA (2011, p. 1- 11). Algunas muestras se situaron en el rango "Pobre" como ser L2B, Z5 y POC.



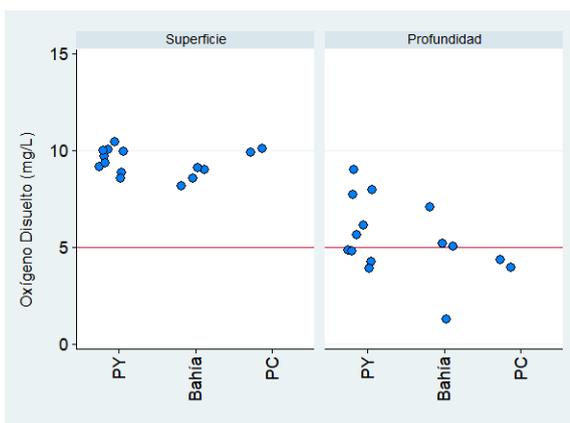
### 7.1.2. Punta Yeguas, Bahía de Montevideo y Punta Carretas

Se presentan en forma de gráficos los valores puntuales obtenidos de cada sitio en el muestreo.

#### pH



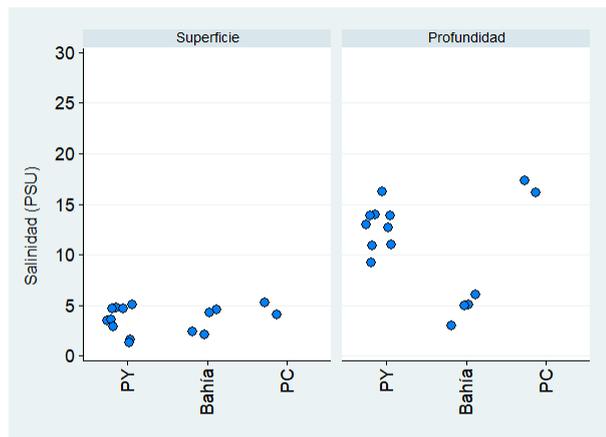
#### Oxígeno Disuelto



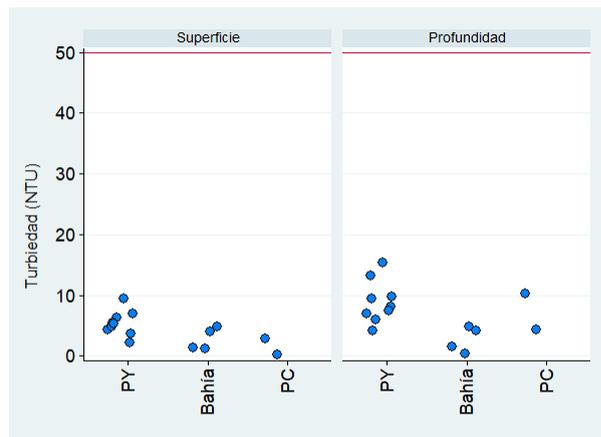
Todos los valores de pH se encuentran dentro del rango admitido.

En cuanto a los valores de oxígeno disuelto, en las tres áreas se observan varios registros en profundidad que no alcanzan el mínimo de 5 mg/L exigido por la normativa de referencia.

#### Salinidad



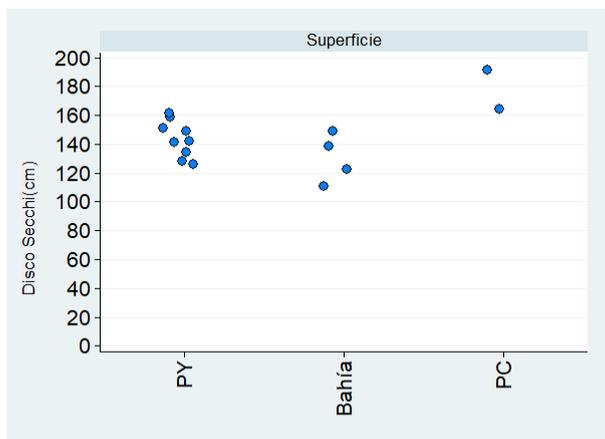
#### Turbidez



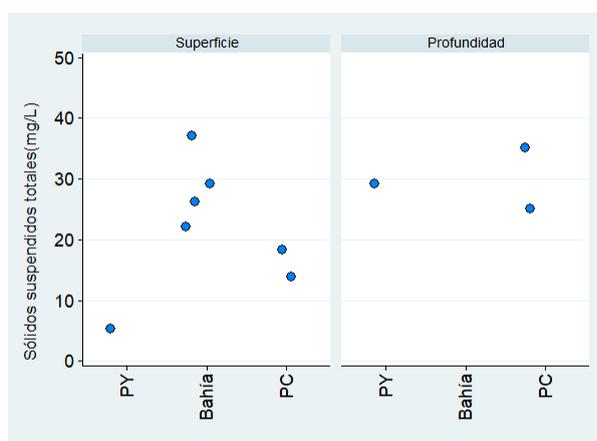
Los valores de salinidad en superficie fueron similares para las tres áreas. Se observa la presencia de cuña salina en este muestreo, evidenciada por los valores superiores de salinidad en profundidad. Por otro lado, los valores de turbidez observados fueron relativamente bajos, estando en todos los sitios por debajo del límite máximo permitido.



### Disco Secchi

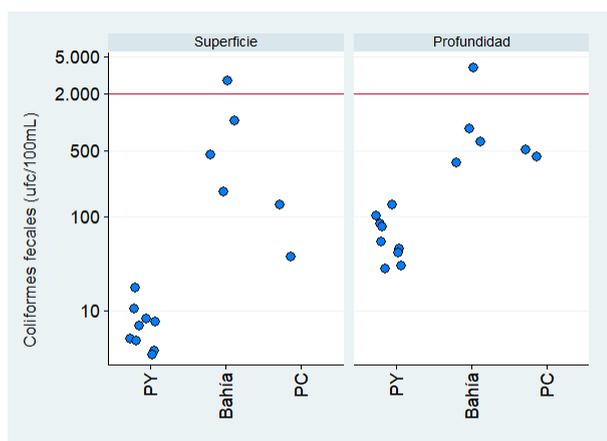


### Sólidos suspendidos totales

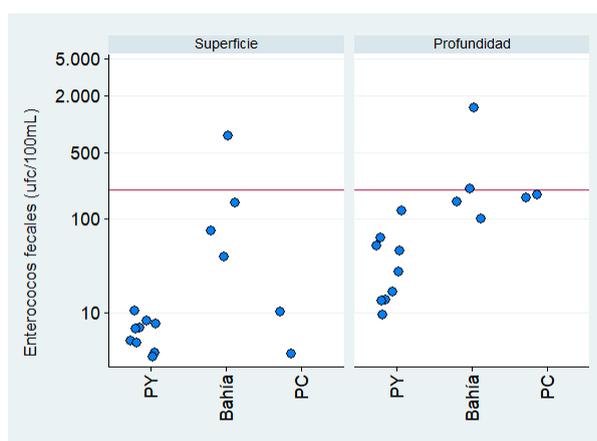


Los resultados del Disco de Secchi señalan que el agua exhibía una muy buena transparencia, en concordancia con los valores de turbidez registrados..

### Coliformes fecales



### Enterococos fecales



Los valores de coliformes fecales en la zona de Punta Carretas y Punta de Yeguas fueron todos inferiores a 2000 ufc/100 mL. En la Bahía solamente un sitio superó este valor.

Los resultados de los enterococos fecales presentan similar comportamiento que los de los coliformes fecales.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

### Bioensayos

Para el ensayo de Microtox, en todos los sitios de las tres áreas la toxicidad estuvo por debajo de 1 en valores de Unidades de Toxicidad (UT), por lo que se clasifican como “No tóxicos”. Por otro lado, en el ensayo de *Artemia* spp, solamente el sitio B1 dio como resultado 1.15 UT, que se clasifica como “Levemente tóxico”.

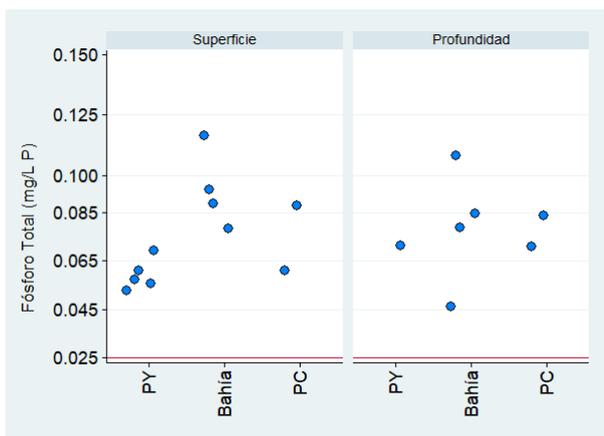
### Parámetros orgánicos

DBO<sub>5</sub>: Todos los valores son menores al límite normativo de 10 mg/L.

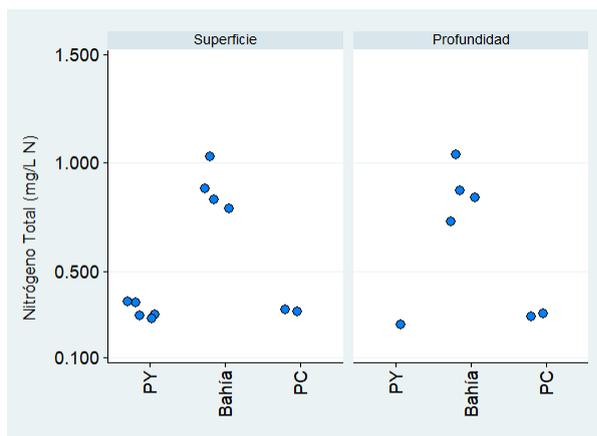
Hidrocarburos: Los análisis realizados en los sitios B1, B4, B5, B6, PY y PC fueron todos menores a 5 mg/L<sup>1</sup>.

### Nutrientes

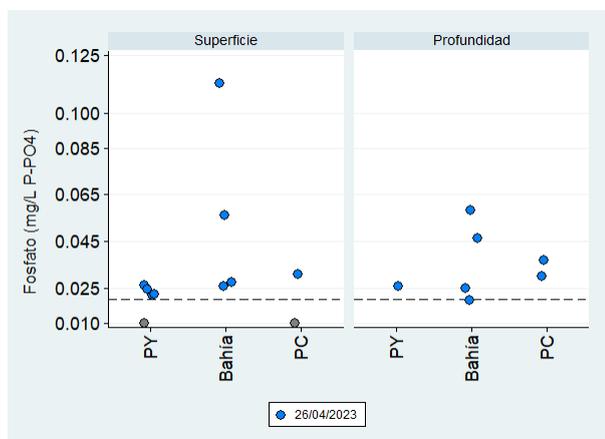
#### Fósforo total



#### Nitrógeno Total



#### Fosfato

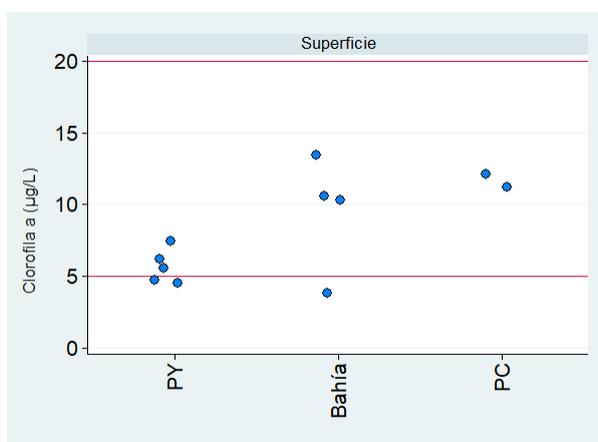


<sup>1</sup> Muestras enviadas a analizar en laboratorio Ecotech



Los valores de fósforo total se encuentran todos por encima de la normativa de referencia mientras que la mayoría de los valores de nitrógeno total se encuentran por debajo del valor guía utilizado. En el caso del fosfato, se representa como una línea punteada horizontal el límite de detección de la técnica. Las muestras que se encuentran por debajo de ese límite se representan con un símbolo gris.

### Clorofila a



La concentración de clorofila a se encontró, en la mayoría de las muestras extraídas entre 5 y 20 µg/L, valores en la categoría “Aceptable” de calidad de agua (USEPA 2011).



## 8. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DE PUNTA YEGUAS

Los resultados de las muestras extraídas en la Planta de Pretratamiento de Punta Yeguas se presentan en el Anexo III. En líneas generales los valores que recibe la planta son menores a los esperados según el Plan de Gestión Ambiental presentado (Tabla 8.1). Son excepciones: el pH que presenta promedios de 7,4 y 7,5, con máximos de 7,7 y 7,8 en el afluente y efluente respectivamente; los sulfuros que si bien la mayoría de los valores se encuentran por debajo del valor estimado, para el efluente se presenta un máximo de 7,0 mg/L; y los coliformes fecales que si bien también se encuentran dentro de lo previsto se registra un valor de 1,2 E7.

Parámetro	Caracterización estimada del afluente a la Planta de Pretratamiento	Caracterización estimada del efluente de la Planta de Pretratamiento
Material flotante	Ausente	Ausente
Temperatura	20,1 °C	< 25 °C
Parámetro	Caracterización estimada del afluente a la Planta de Pretratamiento	Caracterización estimada del efluente de la Planta de Pretratamiento
pH	7,2	7,2
DBO <sub>5</sub>	266 mg/l	266 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	225 mg/l	200 mg/l
Aceites y Grasas	65 mg/l	61 mg/l
Sulfuros	2,5 mg/l	2,5 mg/l
Detergentes	< 4 mg/l	< 4 mg/l
Sustancias fenólicas	0,28	0,28
Amoníaco	32 mg/l	32 mg/l
Fósforo total	8,5 mg/l	8,5 mg/l
Coliformes fecales	8,6 x 10 <sup>6</sup> CF/100mL	8,6 x 10 <sup>6</sup> CF/100mL
Cianuro	0,014	0,014
Arsénico	< 0,1 mg/l	< 0,1 mg/l
Cadmio	< 0,01 mg/l	< 0,01 mg/l
Cobre	< 0,10 mg/l	< 0,10 mg/l
Cromo	0,9 mg/l	0,9 mg/l
Mercurio	< 0,001 mg/l	< 0,001 mg/l
Níquel	< 0,100 mg/l	< 0,100 mg/l
Plomo	< 0,2 mg/l	< 0,2 mg/l
Zinc	< 0,3 mg/l	< 0,3 mg/l

Tabla 8.1 Caracterización del afluente y efluente esperados en la Planta de Punta Yeguas



## 9. REFERENCIAS

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.

ARTOXKIT M : 24h mortality test based on the anostracan crustacean *Artemia salina* (renamed *Artemia franciscana*). This assay adheres to ASTM Standard Guide E1440-91. ([https://www.microbiotests.com/wp-content/uploads/2019/07/artemia-toxicity-test\\_artoxkit-m\\_standard-operating-procedure.pdf](https://www.microbiotests.com/wp-content/uploads/2019/07/artemia-toxicity-test_artoxkit-m_standard-operating-procedure.pdf))

CARP, 1989. Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Comisión Administradora del Río de la Plata - ISBN N° 950-99583-0-1

Castillo-Morales, G. (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México: IMTA, 2004. Canadá: IDRC, 2004;189 pp.

Chorus, I., & Welker, M. (Eds.). (2021). Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management (Second edition). CRC Press.

Coleman, R.N. & Qureshi A.A. (1985). Microtox® and *Spirillum volutans* tests for assessing toxicity of environment samples. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 35: 443-451.

Decreto N° 253/79 del Poder Ejecutivo y sus modificativos.

EN ISO 6341 (2013). Calidad de agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). 30p.

Environment Canada. 1992. Biological test method: Toxicity test using luminescent bacteria. Report EPS 1/RM/24, 55pp.

Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (2017). Informe de asesoría a la Mesa Técnica del Agua. Documento Técnico n° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales. <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-MesaT%C3%A9cnicaAgua-MVOTMA-propuesta-NIVELES-GUIA-N-P-Clo-grupo-t%C3%A9cnico-FINAL-20.03.171.pdf>



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

MVOTMA (2017). Evaluación de la ecotoxicidad aguda de muestras ambientales líquidas mediante el test de bacterias luminiscentes (Sistema Microtox®); 6159UY. En: Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medioambiente. 9 p.

SDI Microtox. 2009. Tutorial SDI MicrotoxOmniR V.4.1.

Trottier, S., Blaise, C., Kusui, T., & Johnson, E.M. (1997). Acute Toxicity Assessment of Aqueous Samples using a Microplate-based *H. attenuata* Assay. Environm. Toxicol. Water. Qual., 12:265-271.

Valderrama J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. Mar. Chem. 10: 109-122.



## ANEXO I

### Coordenadas de los puntos de monitoreo

#### Estaciones en playas

Nombre	Código	Coordenadas
Punta Espinillo	PE	34°50'22.83"S 56°24'45.70"O
Pajas Blancas	PB	34°52'13.20"S 56°20'25.92"O
Punta Yeguas	PY	34°53'42.74"S 56°18'18.77"O
Santa Catalina	SC	34°53'35.19"S 56°17'45.55"O
Cerro	CE	34°53'47.29"S 56°15'9.58"O
Ramírez	Ram	34°54'57.89"S 56°10'12.28"O
Pocitos	Poc	34°54'42.30"S 56° 8'38.98"O
Malvín	Mal	34°53'48.13"S 56° 6'16.17"O
Ingleses	Ing	34°53'45.12"S 56° 5'6.67"O
Carrasco	Carr	34°53'31.55"S 56° 3'15.84"O

#### Estaciones costeras Z (a 200m)

Nombre	Código	Coordenadas
Carrasco	Z1	34°53'38.28"S 56° 3'12.55"O
Verde	Z2	34°54'0.38"S 56° 4'32.05"O
Malvín	Z Malv	34°53'57.83"S 56° 6'20.30"O
Pocitos	Z4	34°54'47.85"S 56° 8'33.95"O
Ramírez	Z5	34°55'1.59"S 56°10'29.51"O
Calle Paraguay	Z6	34°54'56.11"S 56°11'33.51"O
Entrada Puerto	Z8	34°54'48.53"S 56°13'29.01"O
Cerro	Z9	34°53'54.48"S 56°15'8.44"O
Dellazoppa	Z Zoppa	34°54'0.87"S 56°16'54.24"O
Santa Catalina	Z11	34°53'42.06"S 56°17'47.99"O
Pajas Blancas	Z12	34°52'19.29"S 56°20'30.37"O
Punta Espinillo	Z13	34°50'38.78"S 56°24'7.29"O



### Estaciones lejanas L (a 2000 m)

Nombre	Código	Coordenadas
Carrasco	L1	34°54'33,3"S 56°03'17,8"O
Malvín	L2	34°54'52,5"S 56°06'15,2"O
Cerro	L3	34°54'55,0"S 56°15'09,0"O
Dellazoppa	L4	34°54'46,0"S 56°16'56,0"O
Pajas Blancas	L5	34°53'19,12"S 56°21'25,0"O
Punta Espinillo	L6	34°51'35,0"S 56°24'43,0"O
Santa Lucía	L7	34°49'46,10"S 56°27'23,80"O
Playa Pascual	L8	34°46'11,80"S 56°27'23,80"O
A° Carrasco	L9	34°53'33,2"S 56°0'57"O
Paraguay	L2B	34° 55' 53,8'' S 56° 11' 33,5'' O

### Estaciones en Emisarios

#### Punta Carretas

Nombre	Código	Coordenadas
Punta Carretas	Emis PC	34°57'20"S 56°09'37,5"O
Pérdida	P	34°56'53,2" S 56°09'37,6" O



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

**Punta Yeguas**

<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Coordenadas</b>
Punta Yeguas círculo 1 Este	PYC1E	34°55'20.83"S 56°18'33.69"O
Punta Yeguas círculo 1 Norte	PYC1N	34°55'4.68"S 56°18'53.58"O
Punta Yeguas círculo 1 Sur	PYC1S	34°55'37.10"S 56°18'53.31"O
Punta Yeguas círculo 1 Oeste	PYC1W	34°55'21.05"S 56°19'13.11"O
Punta Yeguas círculo 2 Este	PYC2E	34°55'20.72"S 56°18'14.07"O
Punta Yeguas círculo 2 Norte	PYC2N	34°54'48.48"S 56°18'53.71"O
Punta Yeguas círculo 2 Sur	PYC2S	34°55'53.17"S 56°18'53.17"O
Punta Yeguas círculo 2 Oeste	PYC2W	34°55'21.16"S 56°19'32.73"O
Punta Yeguas	EMIS PY	34° 55'00,0''S 56° 19' 00,0''O

**Estaciones en Bahía**

<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Coordenadas</b>
A° Miguelete	B1	34°52'44,7''S 56°13'42,9''O
Oeste isla Libertad	B4	34°53'29,6''S 56°14'20,2''O
A° Pantanoso	B5	34°52'52,3''S 56°14'28.20"O
Bahía al medio	B6	34°53'21.7" S 56°13'35.7" O



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

## **ANEXO II**

### **Datos obtenidos del muestreo de Agua**



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fecha	Sitio	Sup./ Prof.	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Salinidad (PSU)	Conductivi- dad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Disco Secchi (cm)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)
26/04/2023	PE				2,1	3993	11		
26/04/2023	PB		7,91	10,5	2,8	5170	5,4		
26/04/2023	PY				3,7	6670	5,6		
26/04/2023	SC				3,3	6000	4,5		
26/04/2023	PA		7,86	9,9	4,4	8010	4,4		
26/04/2023	RAM		7,68	10,3	4,5	8070	6,2		
26/04/2023	POC		7,81	10,5	5,2	9190	4,2		
26/04/2023	MAL		8,42	11,2	5	8870	3,9		
26/04/2023	ING				5,6	9820	3,1		
26/04/2023	CAR		8	9,6	6,3	11080	3,4		
26/04/2023	B1	Sup.	7,74	8,77	3,6	6630	3,3	110	22
26/04/2023	B1	Prof.	7,6	7,66	4,14	7475	3,5		
26/04/2023	B4	Sup.	7,55	8,55	3,74	6791	3,4	140	24
26/04/2023	B4	Prof.	7,25	4,61	5,2	9248	2,7		
26/04/2023	B5	Sup.	7,7	8,8	3,7	6731	3	130	35
26/04/2023	B5	Prof.	7,18	1,01	4,49	8055	3,9		
26/04/2023	B6	Sup.	7,75	9,42	3,8	6888	4	130	31
26/04/2023	B6	Prof.	7,4	6,04	6,73	11748	3,2		
26/04/2023	Z13	Sup.	7,68	8,8	2,6	4722	7,1	140	8
26/04/2023	Z13	Prof.	7,62	8,6	2,9	5444	6		
26/04/2023	Z12	Sup.	7,64	8,9	3,1	5685	4,6	150	
26/04/2023	Z12	Prof.	7,56	8,1	3,9	6991	5,4		
26/04/2023	Z11	Sup.	7,75	9	3,4	6221	4,8	140	
26/04/2023	Z11	Prof.	7,44	6,6	7,9	13743	7,7		
26/04/2023	Z-Zoppa	Sup.	7,6	8,9	3,4	6290	4,6	140	
26/04/2023	Z-Zoppa	Prof.	7,57	8,7	4,4	7910	11		
26/04/2023	Z9	Sup.	7,88	9,6	4,07	7346	4	150	22
26/04/2023	Z9	Prof.	7,94	9,3	4,2	7482	3,6		
26/04/2023	Z8	Sup.	8,01	9,97	3,83	6950	4,1	130	
26/04/2023	Z8	Prof.	7,97	9,3	4,79	8191	3,5		
26/04/2023	Z6	Sup.	8,26	9,83	4,25	7663	3,5	120	
26/04/2023	Z6	Prof.	7,54	5,23	10,98	18496	3,8		
26/04/2023	Z5	Sup.	8,5	10,4	4,33	7779	3	140	33
26/04/2023	Z5	Prof.	8,09	9,14	4,9	8747	2,8		
26/04/2023	Z4	Sup.	8,28	10,12	5,39	9556	5,3	100	
26/04/2023	Z4	Prof.	7,89	6,71	10,1	17131	17		
26/04/2023	Z-Malv	Sup.	8,29	9,4	5,21	9256	4,6	110	16
26/04/2023	Z-Malv	Prof.	8,26	10,06	5,54	9247	11		
26/04/2023	Z2	Sup.	8,37	10,73	5,18	9217	2,9	120	
26/04/2023	Z2	Prof.	8,36	9,92	5,55	9840	3,6		
26/04/2023	Z1	Sup.	8,42	12	5,19	9232	3,2	140	
26/04/2023	Z1	Prof.	7,87	6	12	19100	8,8		
26/04/2023	L8	Sup.	7,71	9,1	1,4	2639	13	120	9
26/04/2023	L8	Prof.	7,51	7,5	1,9	3586	11		8
26/04/2023	L7	Sup.	7,75	9,4	2,3	4274	7,7	140	10
26/04/2023	L7	Prof.	7,73	9,1	2,6	4795	5,6		14
26/04/2023	L6	Sup.	7,63	8,9	2,5	4646	6,2	140	13
26/04/2023	L6	Prof.	7,61	8,5	3,1	5786	5,1		13
26/04/2023	L5	Sup.	7,91	9,7	3,3	6030	3,8	160	15
26/04/2023	L5	Prof.	7,7	8,6	3,5	6460	4,9		
26/04/2023	L4	Sup.	7,82	9,3	3,4	6185	3,8	130	17



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL**

**Unidad Calidad de Agua**

Fecha	Sitio	Sup./ Prof.	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Salinidad (PSU)	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Disco Secchi (cm)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)
26/04/2023	L4	Prof.	7,37	4,9	11,9	20025	22		46
26/04/2023	L3	Sup.	7,6	9,1	3,5	6416	4,1	140	8
26/04/2023	L3	Prof.	7,65	9,2	4,8	8379	3,9		27
26/04/2023	L2B	Sup.	8,5	11,1	9,5	8074	2,6	140	13
26/04/2023	L2B	Prof.	7,8	7,1	8	13680	2,7		14
26/04/2023	L2	Sup.	8,28	9,75	4,11	6740	2,4	170	13
26/04/2023	L2	Prof.	8,28	9,67	5,96	10431	2,4		14
26/04/2023	L1	Sup.	8,43	10,18	5,72	10100	2,6	150	11
26/04/2023	L1	Prof.	8,45	10,15	6,11	10723	2,8		20
26/04/2023	L9	Sup.	8,5	12	6,8	11865	2	20	9
26/04/2023	L9	Prof.	7,9	6,42	12,3	21302	2,4		15
26/04/2023	PP	Sup.	8,36	9,8	5,08	9046	2,6	150	11
26/04/2023	PP	Prof.	7,61	4,3	17,18	27846	10		23
26/04/2023	EMIS-PC	Sup.	8,5	10,7	5,3	9410	2,3	190	15
26/04/2023	EMIS-PC	Prof.	7,59	4,57	17,3	28107	6,4		35
26/04/2023	EMIS PY	Sup.	7,69	9,1	3,4	6172	4,2	130	5
26/04/2023	EMIS PY	Prof.	7,35	4,8	12,9	21610	6,8		27
26/04/2023	PYC1W	Sup.	7,91	9,4	2,6	4830	6,1	160	
26/04/2023	PYC1W	Prof.	7,45	5,1	14,2	23510	12		
26/04/2023	PYC2W	Sup.	7,88	9,4	3	4803	5,6	160	
26/04/2023	PYC2W	Prof.	7,46	9,1	11	20123	4,5		
26/04/2023	PYC1S	Sup.	7,8	9,1	3,4	6232	3,5	150	
26/04/2023	PYC1S	Prof.	7,5	7,1	8	13836	7,4		
26/04/2023	PYC2S	Sup.	7,8	9,1	3,4	6159	4,2	150	
26/04/2023	PYC2S	Prof.	7,42	7,1	9,3	16420	7		
26/04/2023	PYC1N	Sup.	7,78	9,4	3,5	6309	4,1	170	
26/04/2023	PYC1N	Prof.	7,37	5	12,6	20777	3,8		
26/04/2023	PYC2N	Sup.	8,01	9,9	3,4	5834	4,6	120	
26/04/2023	PYC2N	Prof.	7,43	4,7	13,7	22645	13		
26/04/2023	PYC1E	Sup.	7,89	9,4	2,7	5062	5,5	130	
26/04/2023	PYC1E	Prof.	7,47	4,8	15	24663	9,9		
26/04/2023	PYC2E	Sup.	7,84	9,3	2,8	5255	4,8	140	
26/04/2023	PYC2E	Prof.	7,46	4,7	14,2	23326	10		

Fecha	Sitio	Sup./ Prof.	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Enterococos fecales (ufc/100mL)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Fósforo Total (mg/L P)	Fosfato (mg/L P-PO4)	Clorofila a (µg/L)	Temperatura (°C)
26/04/2023	PE		620	880	0,646	0,131	0,01	17,36	
26/04/2023	PB		90	80	0,798	0,147	0,117	5,87	18
26/04/2023	PY		240	40	0,788	0,076	0,022	5,34	
26/04/2023	SC		640	370	0,899	0,096	0,052	5,87	
26/04/2023	PA		840	350	0,747	0,096	0,033	6,41	18,7
26/04/2023	RAM		2700	1500	0,677	0,1	0,043	19,22	19
26/04/2023	POC		20	5	0,747	0,08	0,02	21,89	18,7
26/04/2023	MAL		20	10	0,677	0,061	0,01	9,35	19
26/04/2023	ING		10	5	0,899	0,076	0,028	11,75	
26/04/2023	CAR		65	50	0,959	0,068	0,02	8,01	19,4
26/04/2023	B1	Sup.	600	100	0,878	0,116	0,112	11,35	18,2
26/04/2023	B1	Prof.	500	200	0,727	0,046	0,024		18,4
26/04/2023	B4	Sup.	840	120	0,767	0,083	0,028	10,68	18,3
26/04/2023	B4	Prof.	500	80	0,808	0,073	0,022		18,8



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fecha	Sitio	Sup./ Prof.	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Enterococos fecales (ufc/100mL)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Fósforo Total (mg/L P)	Fosfato (mg/L P-PO4)	Clorofila a (µg/L)	Temperatura (°C)
26/04/2023	B5	Sup.	2400	660	0,969	0,089	0,028	4,67	18,3
26/04/2023	B5	Prof.	3300	1300	0,979	0,103	0,047		19,2
26/04/2023	B6	Sup.	280	60	0,838	0,083	0,056	13,35	18,2
26/04/2023	B6	Prof.	1300	320	0,889	0,089	0,058		19,3
26/04/2023	Z13	Sup.	5	5	0,828	0,069	0,028	2	18,3
26/04/2023	Z13	Prof.	5	5	0,737	0,067	0,026		18,1
26/04/2023	Z12	Sup.	5	5				6,01	18,2
26/04/2023	Z12	Prof.	10	10					18,1
26/04/2023	Z11	Sup.	50	20				8,01	18,1
26/04/2023	Z11	Prof.	100	5					18,3
26/04/2023	Z-Zoppa	Sup.	380	60				6,01	18,1
26/04/2023	Z-Zoppa	Prof.	80	5					18,2
26/04/2023	Z9	Sup.	110	40	0,889	0,071	0,058	13,35	18,3
26/04/2023	Z9	Prof.	520	50	0,828	0,075	0,074		18,3
26/04/2023	Z8	Sup.	100	5				10,68	18,1
26/04/2023	Z8	Prof.	70	40					18,3
26/04/2023	Z6	Sup.	85	10				20,69	18,3
26/04/2023	Z6	Prof.	100	10					18,5
26/04/2023	Z5	Sup.	40	5	0,838	0,087	0,082	26,17	18,3
26/04/2023	Z5	Prof.	70	5	0,868	0,071	0,024		18,3
26/04/2023	Z4	Sup.	30	20				7,22	18,7
26/04/2023	Z4	Prof.	350	130					18,8
26/04/2023	Z-Malv	Sup.	40	10	0,818	0,103	0,047	8,01	18,5
26/04/2023	Z-Malv	Prof.	30	20	0,969	0,093	0,01		18,5
26/04/2023	Z2	Sup.	5	5				0,59	18,4
26/04/2023	Z2	Prof.	5	5					18,5
26/04/2023	Z1	Sup.	40	20				13,35	18,5
26/04/2023	Z1	Prof.	20	5					18,7
26/04/2023	L8	Sup.	3	3	0,12	0,057	0,02	4,27	18,3
26/04/2023	L8	Prof.	3	3	0,13	0,057	0,031		18,4
26/04/2023	L7	Sup.	3	3	0,21	0,074	0,01	7,48	18,4
26/04/2023	L7	Prof.	10	3	0,62	0,097	0,01		18,2
26/04/2023	L6	Sup.	10	3	0,31	0,089	0,064	9,08	18,4
26/04/2023	L6	Prof.	3	3	0,15	0,051	0,01		18
26/04/2023	L5	Sup.	3	3	0,35	0,078	0,033	13,88	18,3
26/04/2023	L5	Prof.	10	10	0,14	0,057	0,031		18
26/04/2023	L4	Sup.	20	5	0,34	0,055	0,024	10,68	18,1
26/04/2023	L4	Prof.	240	25	0,28	0,07	0,029		18,3
26/04/2023	L3	Sup.	30	10	0,67	0,07	0,029	10,68	18,1
26/04/2023	L3	Prof.	290	40	0,52	0,044	0,01		18,1
26/04/2023	L2B	Sup.	20	3	0,46	0,049	0,01	21,36	18,5
26/04/2023	L2B	Prof.	70	5	0,44	0,036	0,01		18,4
26/04/2023	L2	Sup.	260	45	0,45	0,068	0,01	13,35	18,5
26/04/2023	L2	Prof.	330	80	0,67	0,061	0,01		18,5
26/04/2023	L1	Sup.	85	3	0,858	0,073	0,02	16,55	18,6
26/04/2023	L1	Prof.	60	10	0,798	0,063	0,01		18,6
26/04/2023	L9	Sup.	5	3	0,246	0,087	0,021	13,88	18,8
26/04/2023	L9	Prof.	260	45	0,228	0,077	0,025		18,7
26/04/2023	PP	Sup.	130	10	0,219	0,079	0,033	10,01	18,5
26/04/2023	PP	Prof.	490	160	0,211	0,075	0,039		18,7
26/04/2023	EMIS-PC	Sup.	50	5	0,316	0,06	0,01	12,02	18,6
26/04/2023	EMIS-PC	Prof.	580	240	0,281	0,07	0,029		18,8
26/04/2023	EMIS PY	Sup.	5	5	0,219	0,062	0,01	4,67	18,2
26/04/2023	EMIS PY	Prof.	100	50	0,175	0,064	0,025		18,3
26/04/2023	PYC1W	Sup.	5	5					18,3
26/04/2023	PYC1W	Prof.	80	10					18,4
26/04/2023	PYC2W	Sup.	5	5	0,351	0,062	0,025	6,01	18,3



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fecha	Sitio	Sup./ Prof.	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Enterococos fecales (ufc/100mL)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Fósforo Total (mg/L P)	Fosfato (mg/L P-PO4)	Clorofila a (µg/L)	Temperatura (°C)
26/04/2023	PYC2W	Prof.	80	10					18,2
26/04/2023	PYC1S	Sup.	13	5					18,2
26/04/2023	PYC1S	Prof.	40	10					18,2
26/04/2023	PYC2S	Sup.	5	5	0,36	0,058	0,021	5,34	18,2
26/04/2023	PYC2S	Prof.	20	80					18,2
26/04/2023	PYC1N	Sup.	5	5					18,2
26/04/2023	PYC1N	Prof.	20	10					18,3
26/04/2023	PYC2N	Sup.	10	10	0,351	0,066	0,021	4,67	18,1
26/04/2023	PYC2N	Prof.	80	60					18,4
26/04/2023	PYC1E	Sup.	5	5					18,3
26/04/2023	PYC1E	Prof.	60	60					18,4
26/04/2023	PYC2E	Sup.	5	5	0,351	0,052	0,027	5,34	18,3
26/04/2023	PYC2E	Prof.	60	40					18,4



**Intendencia  
Montevideo**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

## **ANEXO III**

# **Resultados de la Planta de Pretratamiento de Punta Yeguas**



## **Análisis de resultados en muestras de PPT de Punta Yeguas (Enero 2023 – Junio 2023)**

En el período comprendido entre el 1 de enero y 30 de junio del 2023, en el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la Intendencia de Montevideo se analizaron en total 110 muestras provenientes de la planta de pretratamiento de Punta Yeguas, 55 provenientes del afluente y 55 del efluente de la misma.

A su vez de esas 55 muestras de afluente / efluente, 44 fueron muestras instantáneas y 11 muestras compuestas de acuerdo a los distintos caudales registrados en el día de muestreo.

Se analizaron diferentes parámetros según el tipo de muestras.

### **Muestras instantáneas**

Sobre las muestras instantáneas se analizaron los siguientes parámetros: pH, oxígeno disuelto, sulfuros, sólidos sedimentables, coliformes fecales y enterococos.

		Valores promedio			
	Total de muestras	pH	OD (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Sólidos Sedim. (mL/L)
		7,41	0,33	0,8	2,3
Afluente	44	Rango: 7,16 – 7,74	Rango: 0,02 – 2,45 mg/L	27 valores < 0,2 mg/L. Los demás en Rango: 0,2 – 2,8 mg/L)	4 valores < 0,2 mL/L. Los demás en Rango: 0,2 – 8,6 mL/L)
		7,49	0,34	1,4	2,1
Efluente	44	Rango: 7,26 – 7,86	Rango: 0,02 – 3,30 mg/L	11 valores cuantificables. Rango: 0,2 – 7,0 mg/L)	6 valores < 0,2 mL/L. Los demás en Rango: 0,2 – 6,0 mL/L)

**pH:** El valor promedio del afluente fue de 7,41 unidades de pH, registrándose valores en el rango de 7,16 y 7,74. Para el caso del efluente el valor promedio fue de 7,49 y el rango de variación fue de 7,26 y 7,86.

**Oxígeno Disuelto:** Para el afluente el valor promedio resultó ser de 0,33 mg/L, (con valores de entre 0,02 y 2,45 mg/L). En el caso del efluente el valor promedio fue de 0,34 mg/L y el rango de variación fue entre 0,02 y 3,30 mg/L).

**Sulfuros:** Para el afluente se registraron 27 valores por debajo del límite de cuantificación del método (0,1 mg/L) y 17 valores cuantificables cuyo promedio fue de 0,8 mg/L (entre un mínimo de 0,2 y un máximo de 2,8 mg/L). Para el efluente se registraron 33 valores menores a 0,1 mg/L y 11 valores cuantificables cuyo promedio fue de 1,4 mg/L (rango de variación entre un mínimo de 0,2 y un máximo de 7,0 mg/L).

**Sólidos Sedimentables:** Se registraron un valores promedio de 2,3 mL/L y 2,1 mg/L para el afluente y efluente respectivamente.

**Microorganismos:** Se estudiaron solamente sobre las muestras instantáneas del efluente.

- Coliformes fecales: Todos los valores registrados fueron de orden mayor a  $1 \times 10^6$  ufc/100mL



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

- Enterococos: Todos los valores registrados fueron de orden mayor a  $1 \times 10^5$  ufc/100mL.

	Fecha	Hora	Coliformes fecales (UFC / 100mL)	Enterococos fecales (UFC / 100mL)
enero	09/01/2023	13:00:00	3,7E+06	2,0E+06
	09/01/2023	19:00:00	7,4E+06	3,8E+06
	10/01/2023	01:00:00	7,9E+06	3,0E+06
	10/01/2023	07:00:00	5,5E+06	2,5E+06
	23/01/2023	13:00:00	2,9E+06	2,6E+06
	23/01/2023	19:00:00	6,7E+06	2,9E+06
	24/01/2023	01:00:00	5,7E+06	3,0E+06
	24/01/2023	07:00:00	7,1E+06	1,7E+06
febrero	06/02/2023	13:00:00	4,0E+06	2,4E+06
	06/02/2023	19:00:00	6,8E+06	4,5E+06
	07/02/2023	01:00:00	8,7E+06	2,2E+06
	07/02/2023	07:00:00	5,9E+06	3,3E+06
	21/02/2023	13:00:00	5,4E+06	7,0E+05
	21/02/2023	19:00:00	6,2E+06	3,8E+06
	22/02/2023	01:00:00	5,5E+06	3,2E+06
	22/02/2023	07:00:00	4,6E+06	1,8E+06
marzo	06/03/2023	13:00:00	5,9E+06	1,4E+06
	06/03/2023	19:00:00	8,0E+06	7,0E+05
	07/03/2023	01:00:00	6,0E+06	1,6E+06
	07/03/2023	07:00:00	5,9E+06	2,5E+06
	20/03/2023	13:00:00	4,7E+06	1,0E+06
	20/03/2023	19:00:00	1,2E+07	2,3E+06
	21/03/2023	01:00:00	1,2E+07	3,1E+06
	21/03/2023	07:00:00	7,3E+06	1,9E+06
abril	11/04/2023	13:00:00	2,3E+06	1,4E+06
	11/04/2023	19:00:00	2,3E+06	8,0E+05
	12/04/2023	01:00:00	1,9E+06	2,2E+06
	12/04/2023	07:00:00	2,2E+06	1,8E+06
mayo	08/05/2023	13:00:00	3,6E+06	1,0E+06
	08/05/2023	19:00:00	5,7E+06	1,4E+06
	09/05/2023	01:00:00	5,0E+06	2,6E+06
	09/05/2023	07:00:00	3,7E+06	2,1E+06
	22/05/2023	13:00:00	2,9E+06	5,0E+05
	22/05/2023	19:00:00	4,6E+06	3,0E+06
	23/05/2023	01:00:00	5,1E+06	3,2E+06
	23/05/2023	07:00:00	3,7E+06	1,8E+06
junio	05/06/2023	13:00:00	2,3E+06	1,7E+06
	05/06/2023	19:00:00	6,4E+06	2,6E+06
	06/06/2023	01:00:00	6,5E+06	2,0E+05
	06/06/2023	07:00:00	3,2E+06	2,0E+06
	19/06/2023	13:00:00	1,2E+06	3,0E+05
	19/06/2023	19:00:00	7,4E+06	2,7E+06



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

	20/06/2023	01:00:00	4,7E+06	2,6E+06
	20/06/2023	07:00:00	3,8E+06	1,9E+06

**Muestras compuestas**

Sobre las muestras instantáneas se analizaron los siguientes parámetros: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, amonio, fósforo total, plomo, cromo, cobre, cadmio y bioensayos

	Total de muestras	Valores promedio									
		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	SST (mg/L)	Amonio (mg/L N)	Fósforo (mg/L P)	Plomo (mg/L)	Cromo (mg/L)	Cobre (mg/L)	Zinc (mg/L)
Afluente	11	---	253 Rango: 140 – 340 mg/L	32 5 valores cuantificables. Rango: 30 – 40 mg/L	106 1 valor < 25 mg/L. Los demás en Rango: 38 – 160 mg/L)	---	---	---	---	---	---
Efluente	11	Rango: 40 – 140 mg/L	Rango: 210 – 320 mg/L	35 4 valores cuantificables. Rango: 30 – 40 mg/L	Rango: 25 – 160 mg/L	Rango: 15,3 – 35,2 mg/L N	Rango: 2,3 – 4,3 mg/L P	Valores por debajo del límite de detección del equipo (0,2 mg/L)	Valores por debajo del límite de detección del equipo (0,1 mg/L).	Valores por debajo del límite de detección del equipo (0,1 mg/L).	0,12 5 valores cuantificables. s. Rango: 0,10 – 0,16 mg/L)

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Se estudió sólo en las 11 muestras compuestas del efluente, registrándose un valor promedio de 80 mg/L, con valores mínimo y máximo de 40 y 140 mg/L respectivamente.

**Demanda Química de Oxígeno:** Se registraron valores promedio de 253 y 266 mg/L para las muestras compensadas el afluente y efluente respectivamente.

**Aceites y Grasas:** Se registraron valores promedio de 32 y 35 mg/L para las muestras compensadas el afluente y efluente respectivamente.

**Sólidos Suspendidos Totales:** Se registraron valores promedio de 106 y 108 mg/L para las muestras compensadas el afluente y efluente respectivamente.

**Amonio:** Se estudió sólo en las 11 muestras compuestas del efluente, registrándose un valor promedio de 24,2 mg/L de N, con valores que variaron entre un mínimo de 15,3 mg/L de N y un máximo y 35,2 mg/L de N.

**Fósforo total:** Se estudió sólo en las 11 muestras compuestas del efluente, registrándose un valor promedio de 3,6 mg/L de P, con valores mínimo y máximo de 2,3 y 4,3 mg/L de P respectivamente.

**Metales:** Se estudiaron únicamente en las muestras compuestas del efluente.

- Plomo: Todos los valores registrados resultaron ser no detectables por el equipamiento utilizado (menores a 0,2 mg/L).
- Cromo: Todos los valores registrados resultaron ser no detectables por el equipamiento utilizado (menores a 0,1 mg/L).
- Cobre: Todos los valores registrados resultaron ser no detectables por el equipamiento utilizado (menores a 0,1 mg/L).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

---

- Zinc: Se registraron 5 valores cuantificables cuyo promedio fue de 0,12 mg/L. Los demás fueron: 1 valor no detectable (< 0,02 mg/L) y 5 detectables pero no cuantificables (< 0,10 mg/L).

**Bioensayos:** Se estudiaron únicamente en las muestras compuestas del efluente y los resultados fueron los siguientes:

Fecha	Toxicidad Ensayo <i>Daphnia Magna</i>	Toxicidad Ensayo <i>Hydra attenuata</i>	Toxicidad Ensayo <i>Vibrio fischeri</i>
24/01/2023	Muy tóxica	Muy tóxica	Muy tóxica
21/03/2023	No Tóxica		Tóxica
23/05/2023	No Tóxica		Tóxica