



**Intendencia
de Montevideo**

PROGRAMA DE MONITOREO DE CUERPOS DE AGUA DE MONTEVIDEO

INFORME ANUAL 2019

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Gerencia de Gestión Ambiental

Departamento de Desarrollo Ambiental

Intendencia de Montevideo





Intendencia de Montevideo

Desarrollo Ambiental

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

AUTORIDADES GOBIERNO DEPARTAMENTAL

Intendente
Christian Di Candia

Secretario General
Fernando Nopitsch

Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental
Sebastián Bajsa

Director de la División Saneamiento
Mauricio Fernández

Gerencia de Gestión Ambiental
Jorge Alsina

Directora (i) Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental
Susana González

Autores del Informe:

Cristina Cacho
Adriana Rodríguez
Marco Navatta
Jimena Risso
Gustavo Saona
Mary Yafalián

Se destaca la valiosa colaboración de los funcionarios y pasantes (estudiantes de las Facultades de Química, Ingeniería y Ciencias) de las Unidades Analítica y Calidad de Agua, en la realización de los muestreos y los análisis correspondientes.

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Camino al Faro s/n, Punta Carretas

CP 11300 - Montevideo Uruguay

Telefax: 598 2 7112406 al 08

1950 9919

www.montevideo.gub.uy

1 ÍNDICE

1. ÍNDICE DE CONTENIDO	3
2. RESUMEN DE RESULTADOS	4
3. INTRODUCCIÓN	7
4. OBJETIVOS y ALCANCE	8
5. METODOLOGÍA	10
6. RESULTADOS	12
6.1. ARROYO MIGUELETE	12
6.2. ARROYO PANTANOSO	18
6.3 ARROYO LAS PIEDRAS	23
6.4. CUENCA DEL ARROYO CARRASCO	28
6.5. ARROYO SAN GREGORIO Y MELILLA	34
6.6. OTROS CURSOS MENORES	36
6.7 BIOENSAYOS	41
7. CONSIDERACIONES FINALES	44
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
9. LISTADO DE ABREVIATURAS	47

2 RESUMEN DE RESULTADOS

El presente informe reporta los resultados de las campañas del Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del año 2019, realizado por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental del Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo

La evaluación de los resultados obtenidos se realiza en términos de cumplimiento o incumplimiento de algunos parámetros clave en relación a la calidad de los mismos, tomándose como referencia los límites del Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3: “Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto”. Es muy importante destacar que el referido decreto establece como requisito para la Clase 3, la “ausencia de materiales flotantes y espumas no naturales”, por lo cual la presencia de residuos sólidos en varios cursos urbanos representa un incumplimiento de las características citadas para dicha clase, más allá de la calidad del agua con relación a los demás parámetros. Por lo tanto, cuando en este informe se indique que un tramo de curso, cumple con la clase 3 del Decreto 253/79, se está haciendo referencia a que los parámetros de calidad de agua analizados son inferiores a los respectivos estándares de clase 3, y no a que la totalidad de las características del curso de agua se corresponden con dicha clase. Los resultados de los parámetros individuales así como de lo Bioensayos se presentan en el Capítulo 6.

También resulta de utilidad analizar la evolución de la calidad de los arroyos en forma integrada, utilizando el índice simplificado de calidad de agua ISCA, desarrollado por la Agencia Catalana del Agua. A pesar de las limitaciones que tiene en referencia a los parámetros que incluye, es una herramienta útil para una rápida evaluación del estado de los cuerpos de agua de Montevideo y su evolución en el tiempo.

En la figura 2.1 se presenta un mapa de los cursos principales de Montevideo, coloreados según las Categorías del índice ISCA anual.

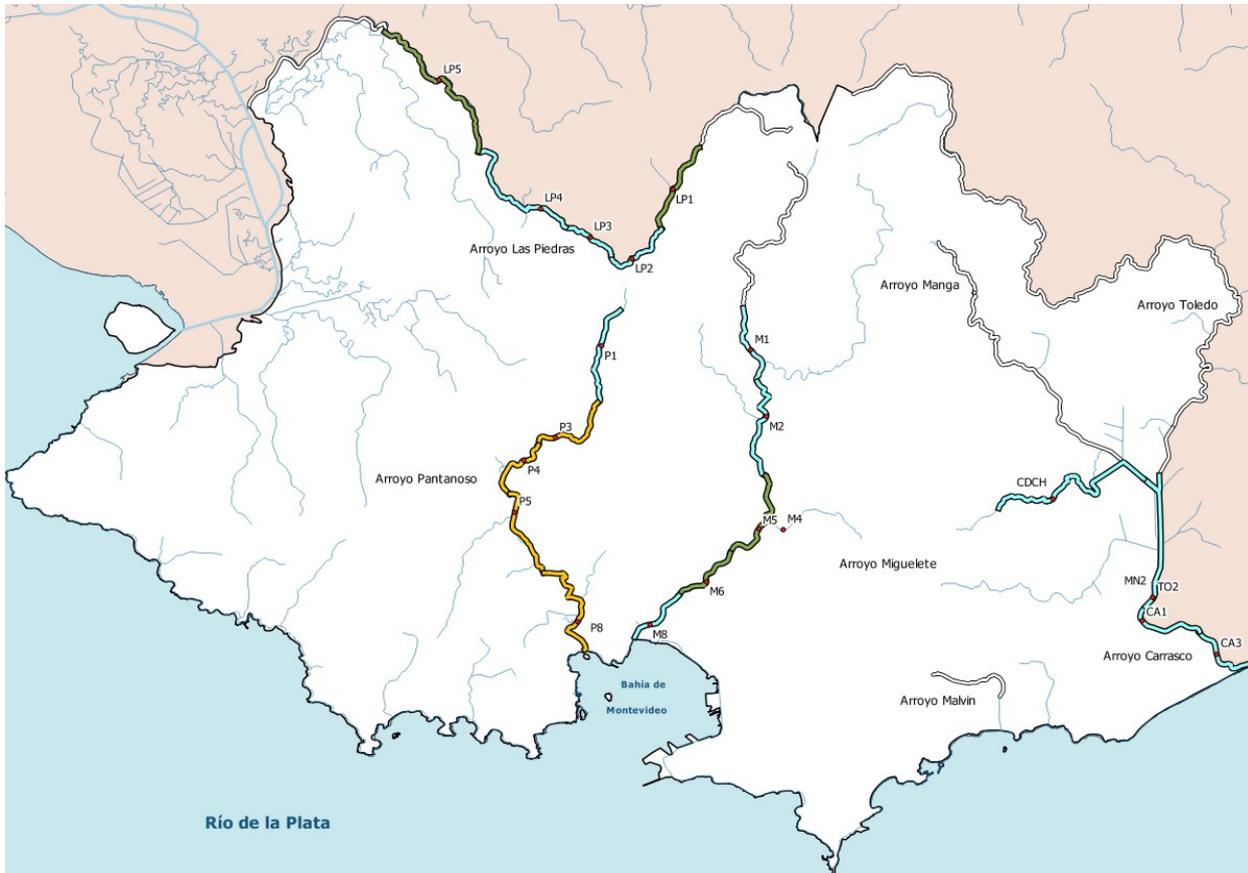
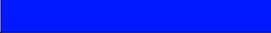


Figura 2.1. Mapa con tramos de los Cursos principales según Categorías del Índice ISCA, año 2019.

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

A continuación en la figura 2.2 se muestra el porcentaje de ocurrencia en cada rango de calidad para cada estación de monitoreo de los cursos principales, en el período comprendido entre los años 2005 – 2019.

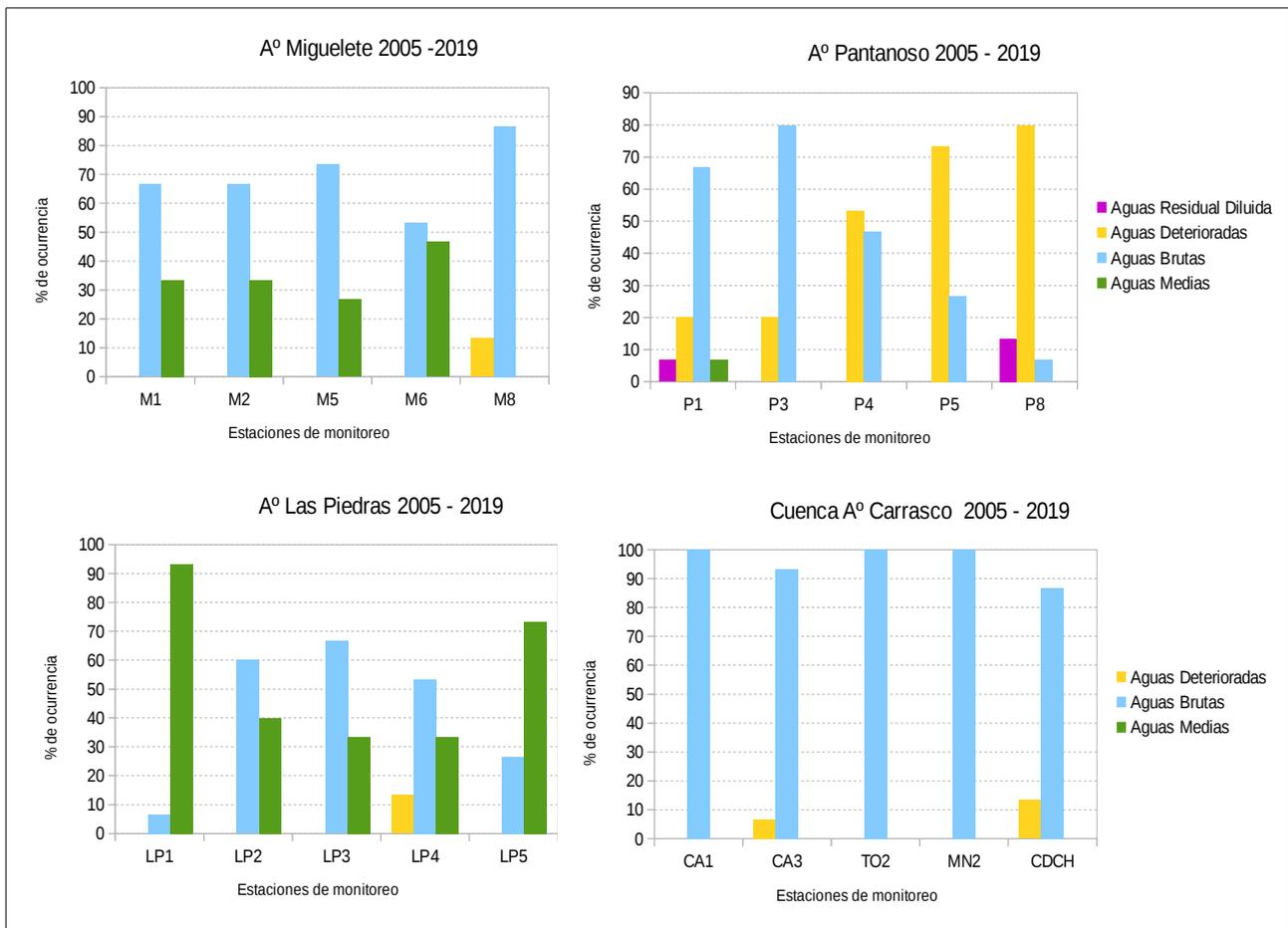


Figura 2.2. Tendencias de calidad según Índice ISCA para cada cuenca principal - periodo 2005 a 2019.

Otra forma de caracterizar un ambiente es por medio de la aplicación de un conjunto de bioensayos. Los bioensayos constituyen una herramienta ecotoxicológica que permite determinar el riesgo por agentes contaminantes, conocidos o no, que se encuentran en el ambiente (Castillo-Morales, 2004). Por tanto, permiten evaluar los efectos de las sustancias tóxicas, estén o no identificadas, sobre la biota.

Dado que cada especie presenta características biológicas particulares, ellas le pueden otorgar una sensibilidad diferencial a los distintos contaminantes y por ello es recomendable utilizar más de un bioensayo que se corresponda con distintos organismos de prueba.

Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio fueron: *Vibrio fischeri* (bacteria),

Hydra attenuata (cnidario), *Daphnia magna* (crustáceo). Particularmente, la bacteria (*V. fischeri*) es muy sensible a la contaminación por detergentes e hidrocarburos, en tanto que los crustáceos son muy sensibles a los metales pesados e *H. attenuata* ha mostrado una gran sensibilidad frente a la contaminación producto de la degradación de la materia orgánica.

El arroyo Miguelete mostró un descenso en los niveles de toxicidad en el ensayo de *H. attenuata* para el verano, y niveles próximos a los valores promedio históricos en invierno. Los otros bioensayos presentaron niveles mayormente no tóxicos.

El arroyo Pantanoso mantiene niveles importantes de toxicidad que se destacan en los resultados de *H. attenuata*, siendo muy elevados los valores observados en el verano de 2019. La toxicidad ha sido variable en la serie histórica, por lo cual no puede considerarse que el aumento observado en verano se mantendrá como una tendencia, o si sólo será un aumento puntual en el tiempo.

El arroyo Las Piedras ha mostrado un incremento en sus niveles de toxicidad cuantificados por el ensayo de *H. attenuata* desde el año 2017. Dicho aumento no ha sido observado en los demás ensayos realizados.

El arroyo Carrasco presentó niveles levemente tóxicos o no tóxicos, considerando globalmente verano e invierno. Por tanto, este arroyo mantiene niveles satisfactorios de toxicidad (toxicidad leve sólo ocasional o toxicidad ausente) que son concordantes para los tres bioensayos realizados.

3 INTRODUCCIÓN

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del Departamento de Montevideo fue iniciado en el año 1999 por la Intendencia de Montevideo dentro de los Planes de Saneamiento Urbano y desde el año 2002 está a cargo del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, perteneciente al Departamento de Desarrollo Ambiental. Los informes realizados por el Servicio desde el año 2004 hasta el presente están disponibles en formato electrónico en la web: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua>

El agua dulce en el mundo: un recurso cada vez más escaso

El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socio económico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático. La disponibilidad de agua depende de la cantidad de agua físicamente disponible y de cómo se almacena, maneja y distribuye a distintos usuarios. Incluye aspectos relacionados con la gestión de las aguas superficiales y subterráneas, así como el reciclaje y reutilización del agua (UNESCO, 2019).

El agua dulce sustenta de manera fundamental el medio ambiente, la sociedad y la economía. Ecosistemas como los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos son indispensables para la vida en el planeta e imprescindibles para garantizar de forma directa un conjunto de beneficios y servicios como el agua potable, el agua para la alimentación y la industria — por ejemplo, la energética —, los hábitats para la vida acuática y soluciones naturales que purifican el agua, mitigan las inundaciones y superan los períodos de sequía, entre otros. Cuando se gestionan correctamente a fin de hacer frente a demandas contrapuestas y promover su resiliencia frente al cambio climático, los desastres y los conflictos, los ecosistemas de agua dulce contribuyen a mitigar los riesgos y favorecen la estabilidad y las medidas de generación de confianza. Así pues, resultan esenciales para el desarrollo sostenible, la paz y la seguridad, y el bienestar humano. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) —“*Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos*” —, constituye uno de los principales elementos de apoyo al desarrollo sostenible que se describen en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible e incide en todas sus facetas. Más allá del ODS 6 existen numerosos vínculos inextricables entre el agua y otros ODS, que se refuerzan o compensan entre sí (PNUMA, 2017).

A nivel departamental, nuestro Servicio además de realizar el Programa Anual de Monitoreo, apoya a múltiples sectores de la Intendencia de Montevideo, en la tarea continua de recuperación y rehabilitación de los cuerpos de agua del departamento de Montevideo.

4 OBJETIVOS Y ALCANCE

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del Departamento de Montevideo tiene los siguientes objetivos:

- ◆ Cuantificar los niveles de calidad de cuerpos de agua e identificar los elementos críticos que inciden en dichos niveles.
- ◆ Realizar el seguimiento y control de los resultados en el tiempo, evaluando la evolución de los indicadores de calidad de agua seleccionados.

En el año 2019 se realizó la evaluación de los siguientes cursos de agua :

- **Cursos Principales:** Se realizaron 4 campañas de monitoreo en un total de 21 estaciones de muestreo (figura 4.1) que comprenden: arroyos Miguelete, Pantanoso, Las Piedras y cuenca del arroyo Carrasco (arroyo Carrasco, nacientes de arroyos Manga y Toledo, y cañada Chacarita de Los Padres).

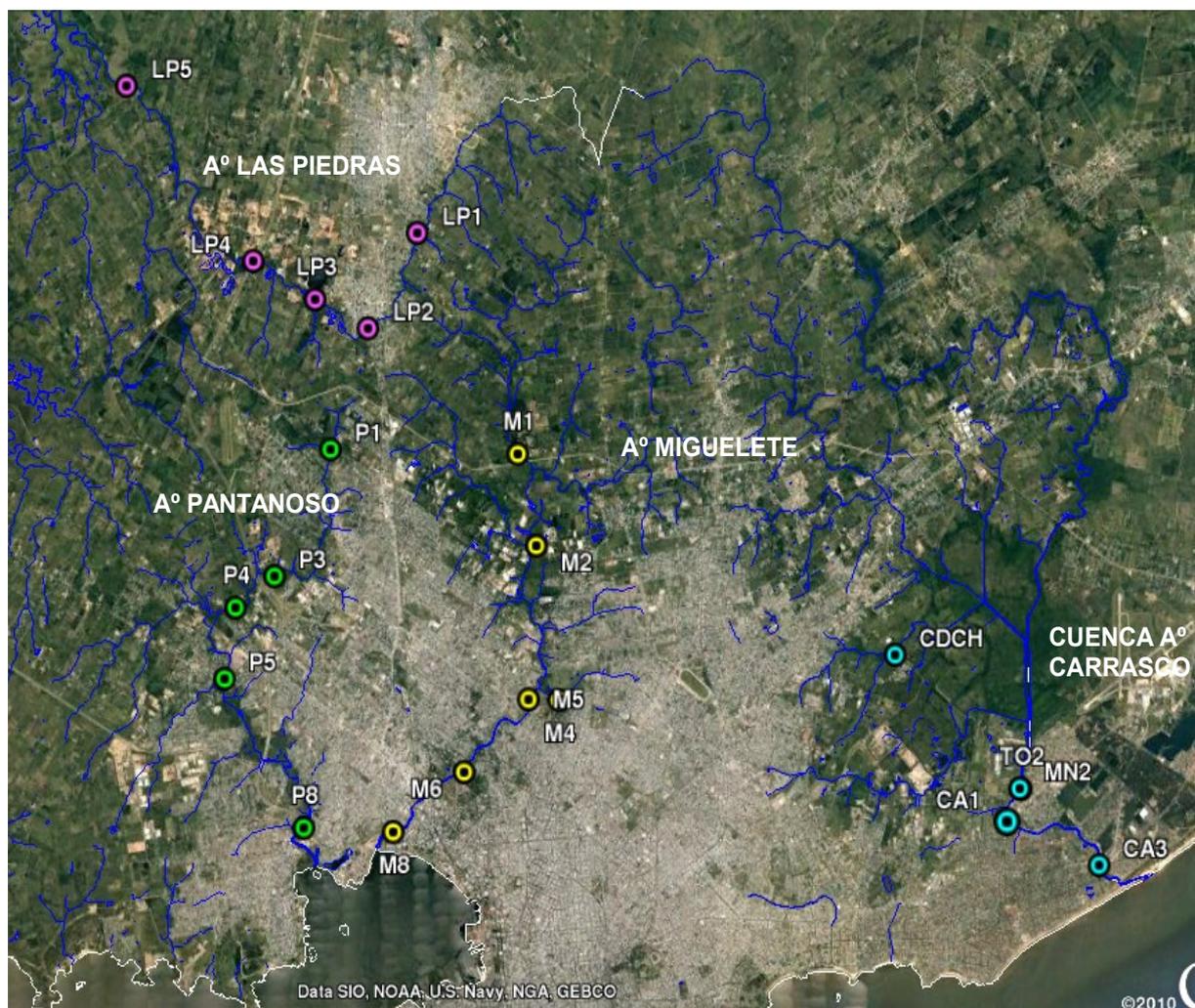


Figura 4.1. Puntos de muestreo de los Cursos Principales. Fuente: Google Earth®

- **Cuencas Menores:** En el 2019 se realizaron 2 campañas de monitoreo en un total de 44 estaciones de muestreo (figura 4.3) que comprenden:

- ◆ tributarios del arroyo Miguelete (arroyo Mendoza, cañada Pajas Blancas y de la Cruz)
- ◆ tributarios del arroyo Pantanoso (cañadas: Bellaca, Jesús María, Lecocq, de la Higuera)

- ◆ tributarios de la cuenca del arroyo Carrasco (tramos superiores de los arroyos Toledo y Manga, y cursos que atraviesan las Usinas N°6, N°7 y N°8 del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos: Cañada de las Canteras y Arroyo Juan Díaz)
- ◆ tributarios del Río de la Plata de la zona Este (arroyos Malvín y Molino), y zona Oeste (cañadas: de las Pajas Blancas, Punta Yeguas, Playa Dellazoppa y cañada Bélgica)
- ◆ tributarios del Río Santa Lucía (arroyo San Gregorio y afluentes, arroyo Melilla y afluente)

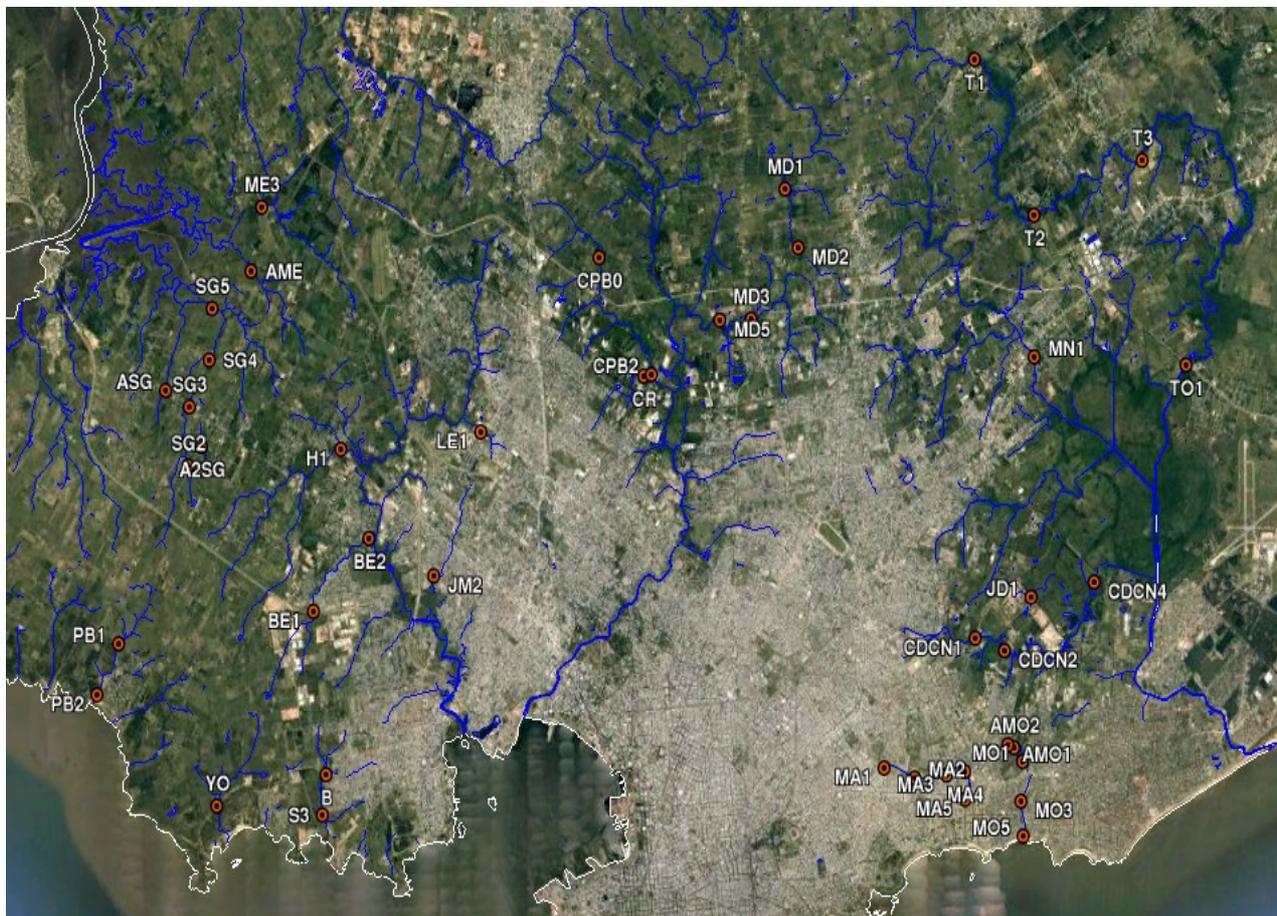


Figura 4.3. Puntos de muestreo de las Cuencas Menores. Fuente: Google Earth®

5 METODOLOGÍA

En el marco del Programa de Monitoreo de Cursos de Agua de Montevideo, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la Intendencia de Montevideo, estudia la calidad de los cuerpos de agua principales y cuencas menores, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y ecotoxicológicos.

La evaluación de resultados de los parámetros estudiados se realiza en primer lugar, con relación a los límites establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3, de acuerdo a clasificación definida en la Resolución Ministerial 99/2005 del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (M.V.O.T.M.A.). Ante la falta de normativa nacional para el parámetro Nitrógeno total, se recurre a la normativa internacional de referencia de la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos de América (U.S.E.P.A., 2016).

La normativa nacional se encuentra en revisión, analizándose una propuesta técnica que contiene un cambio de enfoque, proponiendo en lugar de una clasificación de acuerdo al uso del agua, objetivos de calidad para la protección del ecosistema acuático, de aplicación a todos los cuerpos de agua del país. Los objetivos de calidad indican el nivel que se pretende alcanzar y mantener para los cuerpos de agua superficiales, a partir del cual se pautarán los planes, programas y acciones que se desarrollen en torno al control de las fuentes de contaminación de las aguas (Plan Nacional de Aguas, 2017).

5.1 PARÁMETROS DE CONTROL

En la Tabla 5.1.1 se muestran los parámetros analizados y la metodología analítica de referencia.

Tabla 5.1.1. Parámetros de control y metodología analítica de referencia.

	Parámetro de control	Método de ensayo
	pH	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-H ⁺
	Temperatura	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2550 B
	Conductividad	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2510 B
	Oxígeno Disuelto	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-O G
	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2540
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5210 B
	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5220 D adaptada (Kit comercial)
	Amonio	SMEWW, 23 rd Ed. Mét. 4500-NH ₃ -F
		ASTM D 6919-03
	Fósforo Total	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-P D (adaptada)
		SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-P E
	Nitrógeno Total	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama, 1981
	Tensoactivos aniónicos	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5540 C adaptada (Kit comercial)
	Cromo Total	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 3111
	Plomo Total	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 3111
Parámetros Microbiológicos	Coliformes Fecales	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 9222 D
Parámetros Ecotoxicológicos	Toxicidad aguda con:	
	<i>Daphnia magna</i>	ISO 6341 (2013); Castillo-Morales (2004)
	<i>Hydra attenuata</i>	Trottier <i>et al.</i> (1997); Castillo-Morales (2004)
	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)

Cabe señalar que a partir del año 2019 se incorpora la determinación de Tensoactivos aniónicos (expresado como mg/L de LAS de PM 318 g/mol) como parámetro de control para los cursos de agua principales: A° Miguelete, A° Pantanoso, A° Las Piedras y cuenca del A° Carrasco.

Respecto a los parámetros ecotoxicológicos, los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio fueron: *Vibrio fischeri* (Bacteria), *Hydra attenuata* (Cnidario) y *Daphnia magna* (Crustáceo). Los resultados se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la fórmula: $UT = 100 / CL50$, donde CL50 es la Concentración Letal al 50% estimada en el bioensayo (Castillo-Morales, 2004). En el caso del ensayo de *V. fischeri* la estimación de efecto corresponde a la Concentración de Inhibición al 50% de la emisión de luz de la bacteria. Por consiguiente, los valores más altos de UT corresponden a una mayor toxicidad. La Tabla 5.1.2 presenta las categorías correspondientes de acuerdo a las UT y siguiendo el criterio propuesto por Coleman y Qureshi (1985). Para guiar en la interpretación se utilizará en los resultados una escala de color que irá desde el rojo para mayor toxicidad al verde en el caso de una muestra no tóxica.

Tabla 5.1.2. Categoría de toxicidad según los valores de UT

Concentración Letal 50%	Unidad de Toxicidad	Categoría Toxicológica
$CL50 \leq 25$	$UT \geq 4$	Muy Tóxico
$25 < CL50 \leq 50$	$2 \leq UT < 4$	Tóxico
$50 < CL50 \leq 75$	$1,33 \leq UT < 2$	Moderadamente Tóxico
$75 < CL50 < 100$	$1,0 < UT < 1,33$	Levemente Tóxico
$CL50 \geq 100$	$UT \leq 1$	No Tóxico

Los sitios de muestreo considerados para evaluar la evolución de cada arroyo son los siguientes: Arroyo Las Piedras: LP1, LP3 y LP5, Arroyo Pantanoso: P1, P5 y P8, Arroyo Miguelete: M1, M5 y M8, y Cuenca del Arroyo Carrasco: CA3, MN2 y TO2.

Para el procesamiento de datos se utilizó el programa estadístico Stata 12.1 (StataCorp LP).

5.2 ÍNDICE DE CALIDAD ISCA

Durante el año 2019 se continuó aplicando el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISCA) desarrollado por la Agència Catalana de L'Aigua en Cataluña, España. Este índice se aplica a cursos de agua urbanos y, pese a las limitaciones que tiene en referencia a los parámetros que incluye, resulta ser una herramienta útil para su aplicación en los cuerpos de agua de Montevideo. El ISCA establece un rango entre 0 y 100. Cuanto mayor es el valor del índice, mayor es la calidad del agua. Los parámetros que se utilizan para el cálculo del índice así como la fórmula de cálculo que se emplea, se detallan en informes anteriores (<http://www.montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua>).

6 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de varios de los parámetros estudiados en las campañas realizadas durante el año 2019, así como el índice ISCA para los cursos de agua principales

6.1 ARROYO MIGUELETE Y TRIBUTARIOS

El arroyo Miguelete nace al norte de Montevideo, en el tramo superior recibe afluentes como el arroyo Mendoza y la cañada Pajas Blancas, luego atraviesa una zona urbana, con importante presencia de asentamientos irregulares sin servicios de saneamiento, y finalmente desemboca en la Bahía de Montevideo.

Para evaluar la calidad de sus aguas, durante el 2019 se realizaron 4 campañas de monitoreo en el curso principal y 2 en sus tributarios (Figura 6.1.1)

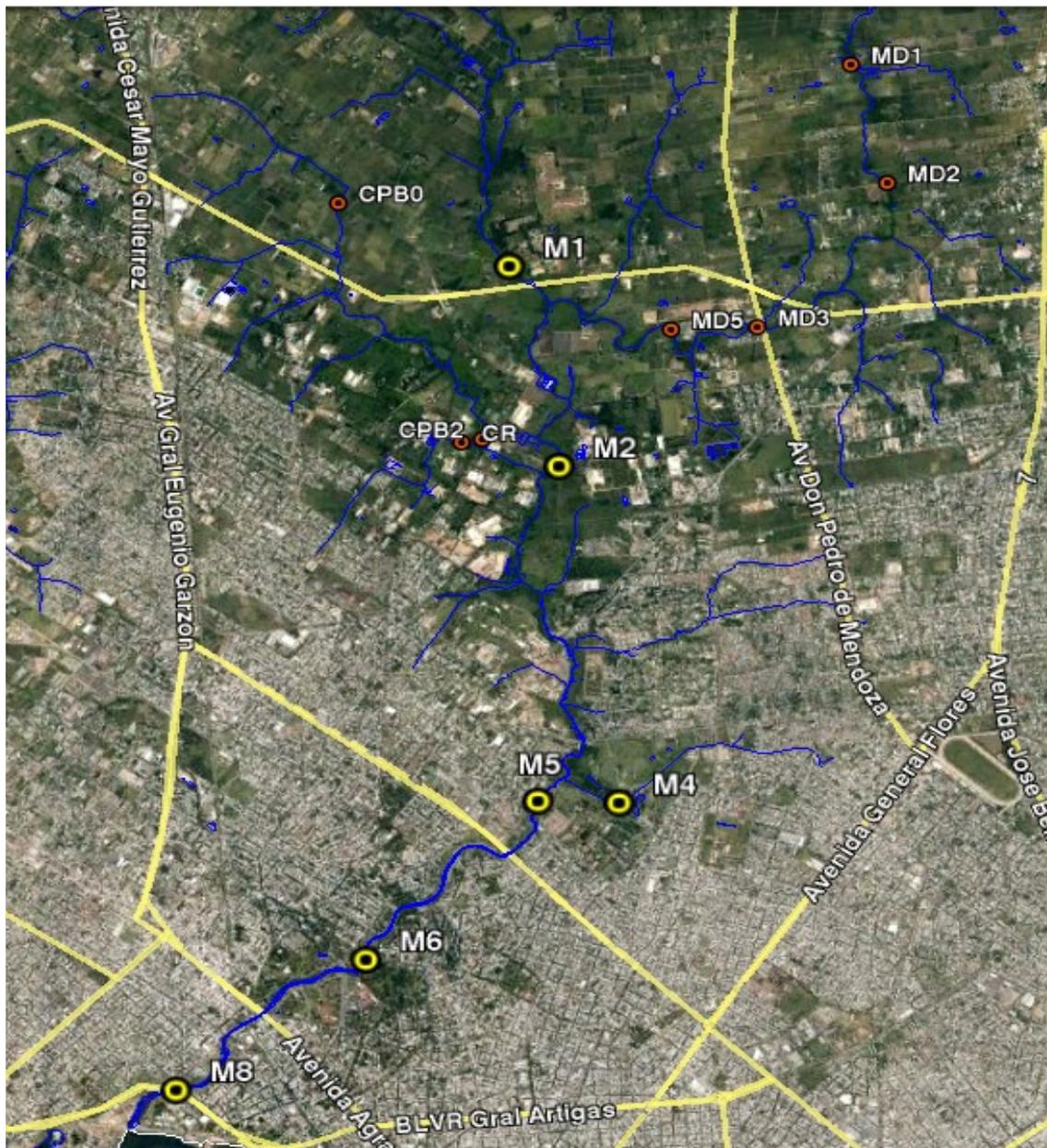


Figura.6.1.1. Estaciones de monitoreo del Aº Miguelete y tributarios. Fuente Google Earth®

Las estaciones ubicadas sobre el curso principal son: 

- M1: Cno. Osvaldo Rodríguez
- M2: Cno. Carlos A. López
- M4: Pluvial Casavalle – Cementerio del Norte
- M5: José M^a Silva
- M6: Av. Luis A. De Herrera
- M8: Accesos a Montevideo

Las estaciones ubicadas sobre los tributarios son: 

- | | | |
|----------------------|-------|-------------------------------------|
| Arroyo Mendoza | MD1: | Cno. Rigel |
| | MD2: | Cno. Linneo |
| | MD3: | Av. Pedro de Mendoza |
| | MD5: | Aguas abajo de Av. Pedro de Mendoza |
| Cañada de la Cruz | CR1: | Cno. Cnel. Raíz |
| Cañada Pajas Blancas | CPB0: | Cno. Osvaldo Rodríguez |
| | CPB2: | Cno. Carlos A. López |

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.1.1 se muestran las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) coliformes fecales y tensoactivos aniónicos para las estaciones monitoreadas.

En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

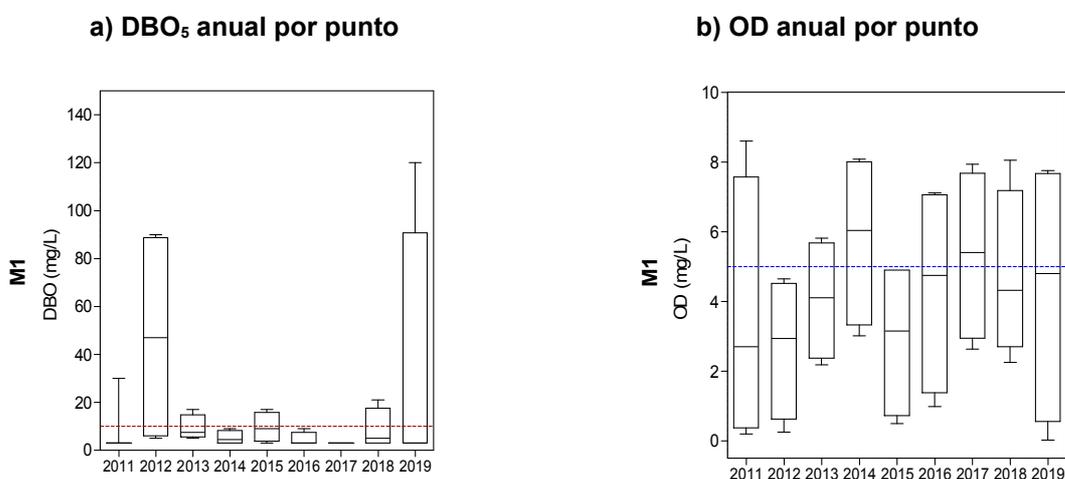
Tabla 6.1.1 Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos del A° Miguelete (2019).

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
M1	30/01/2019	0,02	120	2,81	9,4	0,091	0,639	1,4E+06
	04/04/2019	2,18	3	0,94	14,4	0,147	0,356	9,1E+02
	03/07/2019	7,75	3	0,62	6,6	0,006	0,228	8,8E+02
	26/09/2019	7,42	3	0,38	3,4	0,003	0,068	2,8E+02
M2	30/01/2019	3,38	7	1,82	10,5	0,066	0,493	3,2E+04
	04/04/2019	2,53	6	3,60	41,8	0,374	0,566	9,1E+02
	03/07/2019	7,26	7	1,21	8,8	0,040	0,164	5,7E+03
	26/09/2019	4,69	4	1,37	12,7	0,027	0,287	2,1E+03
M4	30/01/2019	-	-	-	-	-	-	1,2E+05
	04/04/2019	-	-	-	-	-	-	1,5E+04
	03/07/2019	-	-	-	-	-	-	2,2E+04
	26/09/2019	-	-	-	-	-	-	3,7E+04
M5	30/01/2019	3,20	4	1,48	8,5	0,051	0,433	5,3E+04
	04/04/2019	3,49	10	2,10	10,5	0,217	0,940	1,3E+05
	03/07/2019	6,85	5	0,93	10,8	0,040	0,274	2,3E+04
	26/09/2019	5,77	6	0,97	11,8	0,034	0,511	2,3E+04
M6	30/01/2019	5,08	7	1,25	15,8	0,036	0,529	1,4E+05
	04/04/2019	5,98	7	1,91	14,8	0,286	0,621	1,1E+04
	03/07/2019	8,65	7	1,05	11,0	0,056	0,360	6,9E+04
	26/09/2019	7,75	5	1,06	12,1	0,066	0,484	7,8E+03
M8	30/01/2019	0,05	11	1,32	15,8	0,024	0,785	6,7E+05
	04/04/2019	2,32	5	1,90	7,7	0,195	0,475	< 1000
	03/07/2019	4,80	6	1,26	11,1	0,040	0,639	7,6E+03
	26/09/2019	2,92	5	1,01	11,7	0,025	0,329	1,2E+04

Al igual que el años anteriores, durante el año 2019 se observaron valores de fósforo total y nitrógeno total superiores a los límites de las normativas en todas las estaciones de monitoreo. Se observan además valores puntuales de coliformes fecales superiores a los establecidos en la norma vigente, en las estaciones M4, M5 y M6 en todos los muestreos. Se destaca que la estación M4 está ubicada en la cañada Casavalle (canalizada en su mayor parte) y recibe el aporte de algunas zonas sin saneamiento así como vertimientos desde los aliviaderos de la red de saneamiento.

Por otro lado para el parámetro DBO₅ sólo se registraron 2 incumplimientos durante el 2019: en M1 y M8 en el muestreo realizado el 30 de enero.

A continuación, en las figuras 6.1.2 y 6.1.3, se puede observar para el período 2011 – 2019, la variación de los parámetros OD, DBO₅, Fósforo y Nitrógeno total, para cada estación de monitoreo.



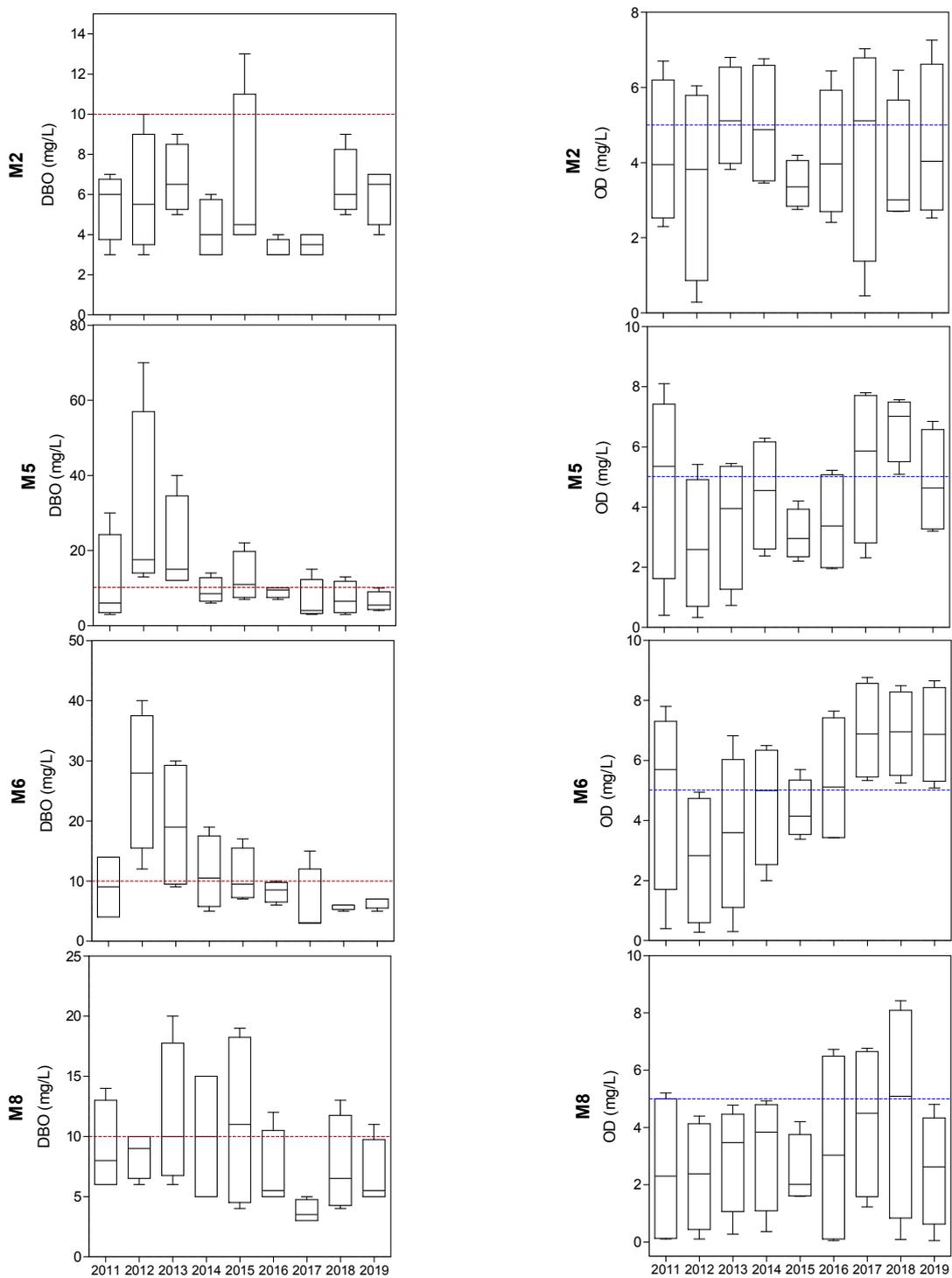


Figura 6.1.2. Datos históricos del A° Miguelete (período 2011 al 2019), para los parámetros DBO₅ (a) y OD (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja los límites máximos para DBO₅ y con línea punteada azul los límites mínimos de OD. según decreto 253/79 clase 3.

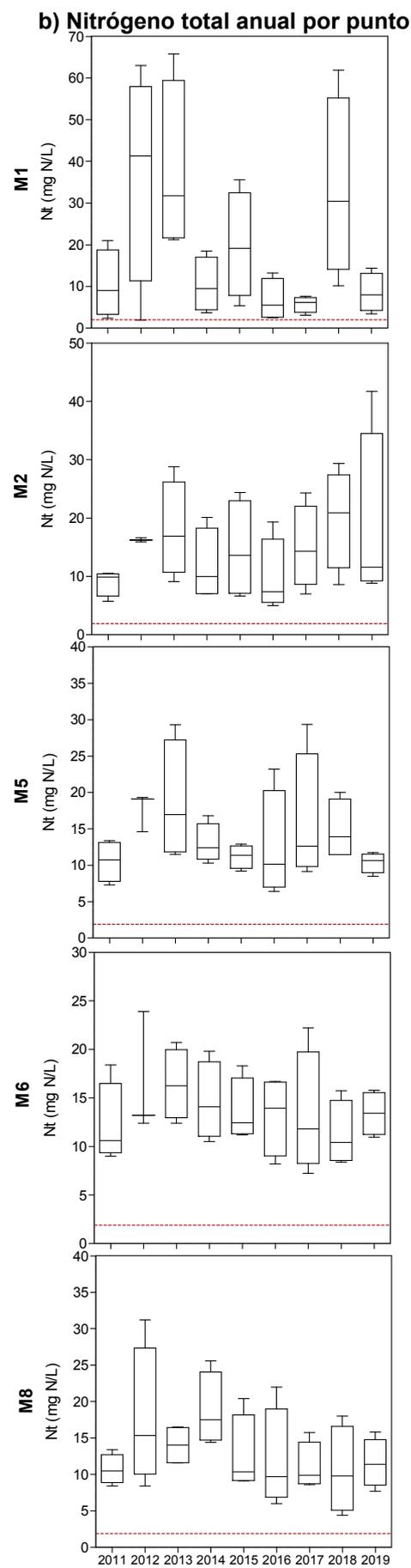
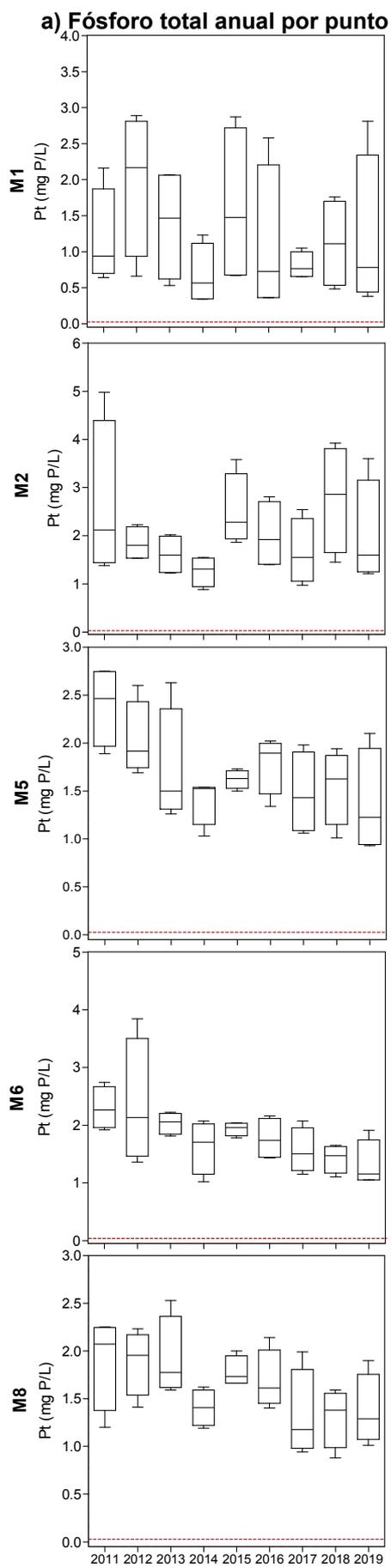


Figura 6.1.3. Datos históricos del A° Miguelete (período 2011 al 2019), para los parámetros fósforo total (a) y nitrógeno total (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja, el límite máximo para el

parámetro Fósforo total según decreto 253/79 clase 3, y el parámetro Nitrógeno total según USEPA, 2016.

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA (Tabla 6.1.2).

Tabla 6.1.2. Evolución del Índice ISCA período 2005 – 2019.

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019
M1 Cno. O. Rodríguez	69	66	69	60	56	59	55	50	60	66	52	59	63	58	54
M2 Carlos A. Lopez	64	62	61	58	50	57	60	57	61	61	52	58	60	56	59
M5 José Ma. Silva	59	64	61	59	56	59	59	52	55	58	54	55	60	66	61
M6 Luis A. de Herrera	59	63	61	61	54	61	58	46	55	59	57	58	61	65	67
M8 Accesos	55	51	55	45	45	56	50	50	55	55	54	54	51	56	55

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

En el 2019 no se observan cambios en el índice ISCA, todas las estaciones se mantienen las mismas categorías del año anterior.

Tributarios del Arroyo Miguelete

Se observa durante todo el año 2019 incumplimientos para varios parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 6.1.4)

Tabla 6.1.4. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Colif. fecales en Tributarios A° Miguelete (2019)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo Mendoza	MD1	07/03/19	4,63	< 3	0,56	1,9	0,003	2,6E+03
		04/09/19	10,8	44	5,18	5,0	0,008	1,1E+03
	MD2	07/03/19	4,92	< 3	0,50	3,3	0,003	2,8E+03
		04/09/19	7,79	6	0,77	7,4	0,008	5,6E+02
	MD3	07/03/19	2,81	4	1,63	8,5	0,045	1,7E+03
		04/09/19	6,34	5	0,99	13,4	0,023	7,6E+02
MD5	07/03/19	2,21	< 3	1,41	10,2	0,031	2,4E+03	
	04/09/19	7,14	5	0,98	9,4	0,024	2,8E+03	
Cañada Pajas Blancas	CPB0	07/03/19	3,56	< 3	0,71	2,9	0,006	4,5E+03
		04/09/19	8,46	4	0,77	2,7	0,005	2,2E+02
	CPB2	04/09/19	5,75	16	3,37	28,9	0,052	8,4E+03
Cañada de la Cruz	CR1	07/03/19	0,07	> 200	31,60	76,1	0,565	> 1,0E+06
		04/09/19	8,18	6	0,45	7,3	0,004	7,7E+02

Al igual que en años anteriores, en el año 2019 se registraron en todas las estaciones, valores de incumplimiento para los parámetros fósforo total y nitrógeno total. Para el resto de los parámetros analizados se registraron incumplimientos en el resto de las estaciones en forma intermitente a lo largo del año 2019.

6.2 ARROYO PANTANOSO Y TRIBUTARIOS

El Arroyo Pantanoso nace en la zona noroeste de Montevideo y tiene un recorrido norte-sur, para luego desembocar en la Bahía de Montevideo. En su trayecto recibe aportes de residuos sólidos resultado de la clasificación informal de residuos, así como aguas residuales de origen industrial y doméstico, que deterioran la calidad de sus aguas. Durante el 2019 se realizaron 4 muestreos en el curso principal y 2 muestreos en sus tributarios (Figura 6.2.1).

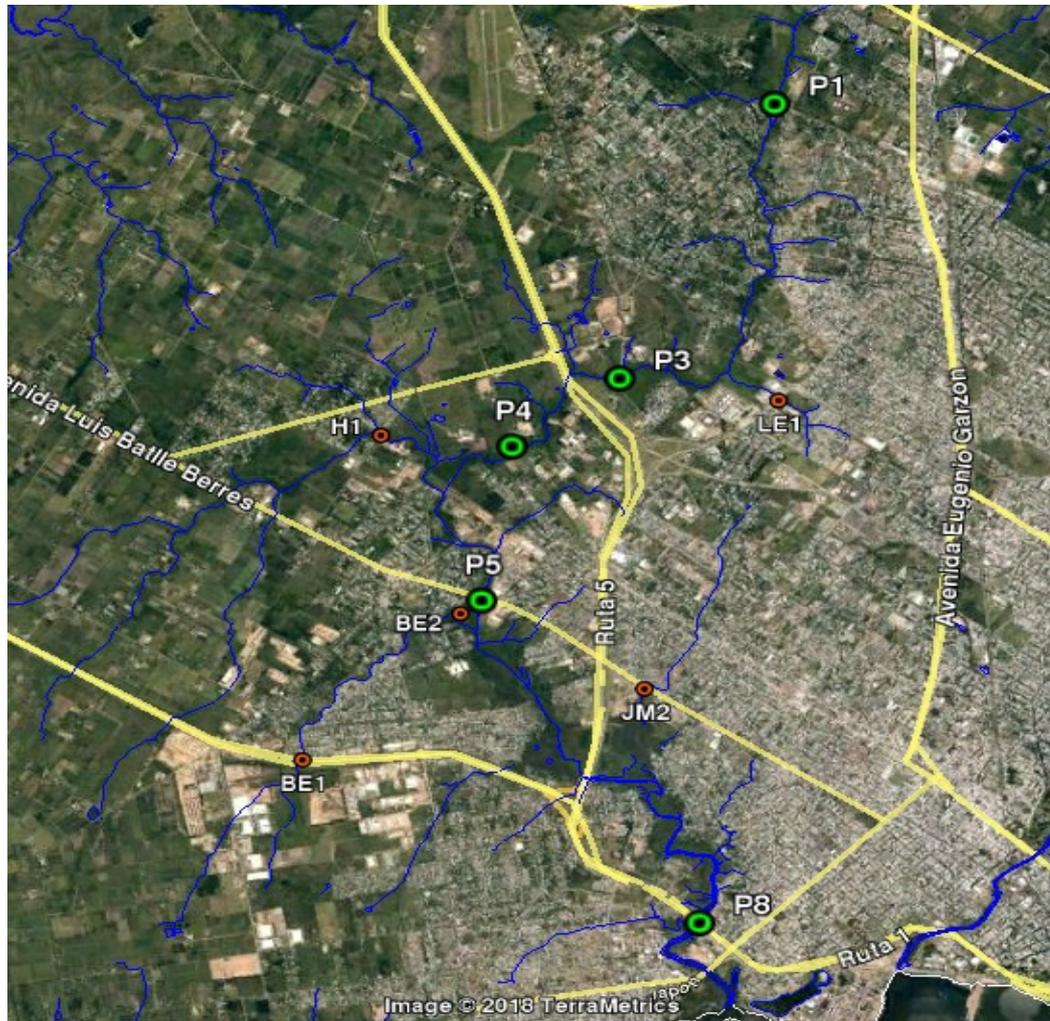


Figura 6.2.1. Estaciones de monitoreo del A° Pantanoso y tributarios. Fuente Google Earth®

Estaciones en el curso principal 

P1: Cno. Colman

P3: Cno. Melilla

P4: Cno. De la Granja

P5: Av. Luis Batlle Berres

P8: Accesos a Montevideo

Estaciones en tributarios 

LE1: Cañada Lecocq y Cno. Lecocq

JM2: Cañada Jesús María y Av. Luis Batlle Berres

BE1: Cañada Bellaca y Ruta N°1

BE2: Cañada Bellaca y Calle Martín Artigas
H1: Afluente margen derecha y Cno. de la Higuierita

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.2.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), tensoactivos aniónicos, coliformes fecales (Cf) para todas las estaciones de la cuenca. En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.2.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos del A° Pantanoso (2019)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
P1	06/02/2019	0,16	30	1,69	22,8	0,09	2,33	8,4E+05
	03/05/2019	1,42	25	1,84	18,4	0,14	2,67	1,6E+05
	10/07/2019	2,72	31	1,52	21,8	0,07	1,71	4,6E+04
	09/10/2019	4,62	16	1,00	13,2	0,02	1,27	5,3E+04
P3	06/02/2019	0,06	25	1,96	16,3	0,09	1,64	6,6E+05
	03/05/2019	0,06	37	3,07	34,7	0,30	2,66	8,5E+05
	10/07/2019	0,13	30	2,89	21,1	0,16	1,94	8,1E+05
	09/10/2019	0,29	25	2,34	16,7	0,09	1,78	5,6E+05
P4	06/02/2019	0,04	29	2,11	21,9	0,09	1,67	8,8E+05
	03/05/2019	0,04	39	2,85	21,1	0,39	3,75	1,2E+06
	10/07/2019	0,10	40	2,66	25,9	0,18	2,37	8,0E+05
	09/10/2019	1,32	20	1,81	20,7	0,06	2,03	6,3E+05
P5	06/02/2019	0,62	13	2,57	22,8	0,12	1,16	6,2E+05
	03/05/2019	0,04	20	3,23	32,7	0,44	2,17	9,0E+05
	10/07/2019	0,03	57	2,50	35,4	0,16	3,29	9,5E+05
	09/10/2019	0,42	22	2,19	18,3	0,06	2,37	6,4E+05
P8	06/02/2019	0,04	14	1,57	29,4	0,21	1,03	3,6E+05
	03/05/2019	0,06	43	2,07	50,7	0,22	2,54	7,0E+05
	10/07/2019	0,09	25	1,52	37,6	0,16	1,98	4,3E+05
	09/10/2019	0,13	10	0,79	20,2	0,05	1,44	2,3E+05

En el año 2019 todos los parámetros analizados incumplen con los límites establecidos en las normativas nacionales e internacionales de referencia; sólo se registró en octubre, un valor de cumplimiento para DBO₅ en la estación P8. Cabe señalar que este curso sufre una continua presión de vertimientos de residuos sólidos, así como descargas de aguas residuales, provenientes en general de los asentamientos ubicados en sus márgenes; estos factores contribuyen en gran medida al deterioro de la calidad del agua.

A continuación, en las figuras 6.2.2 y 6.2.3, se puede observar para el período 2011 – 2019, la variación de los parámetros OD, DBO₅, Fósforo y Nitrógeno total, para cada estación de monitoreo.

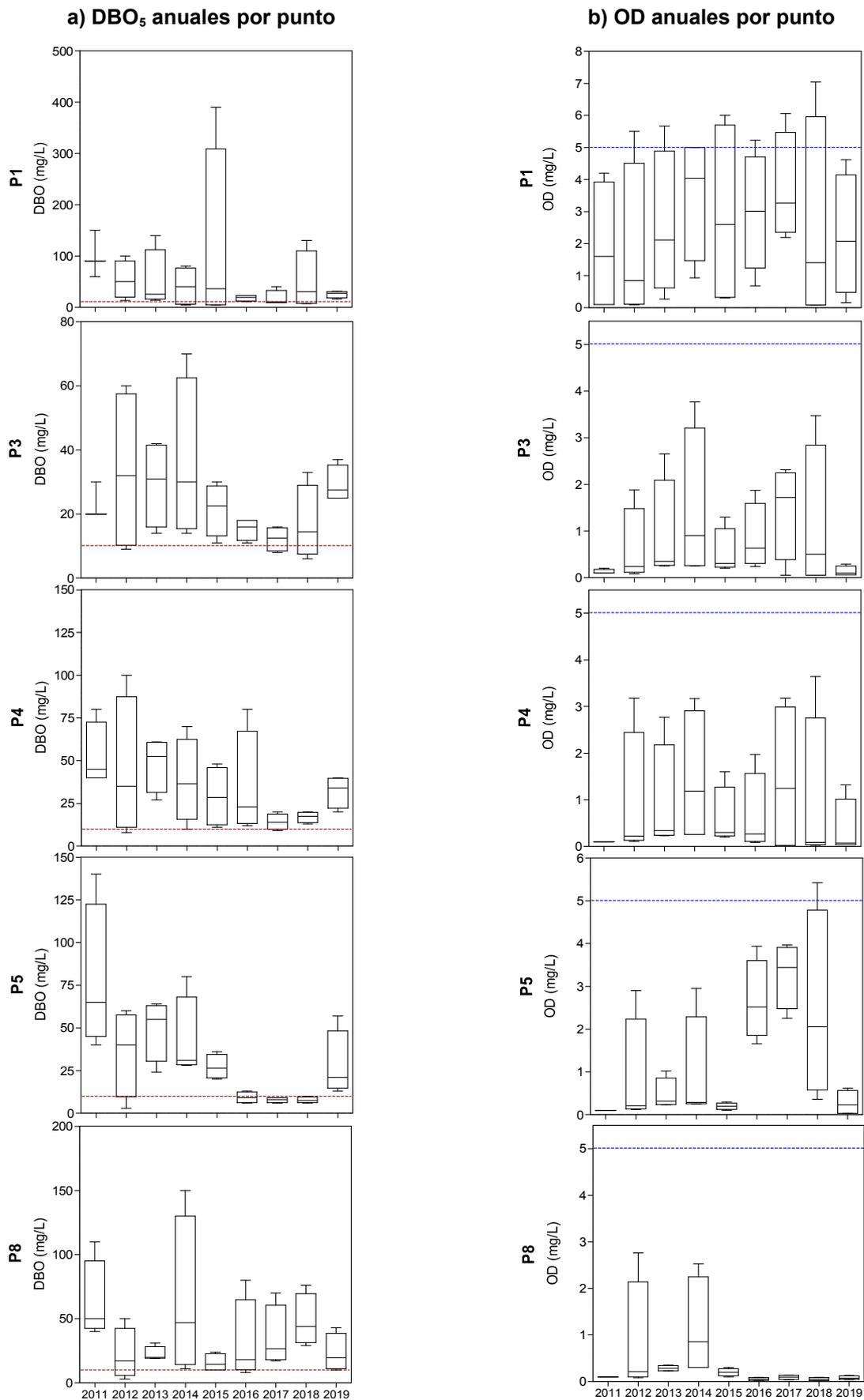
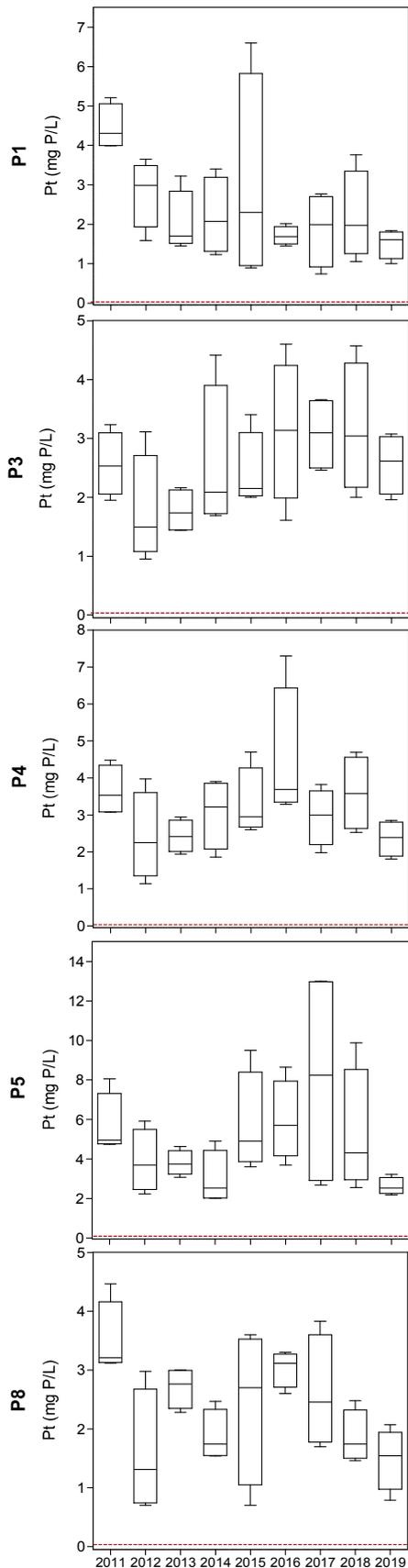


Figura 6.2.2. Datos históricos del A° Pantanoso (período 2011 al 2019), para los parámetros DBO₅ (a) y OD (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja los límites máximos para DBO₅ y con línea punteada azul los límites mínimos de OD. Todos los parámetros según decreto 253/79 clase 3.

a) Fósforo total anual por punto



b) Nitrógeno total anual por punto

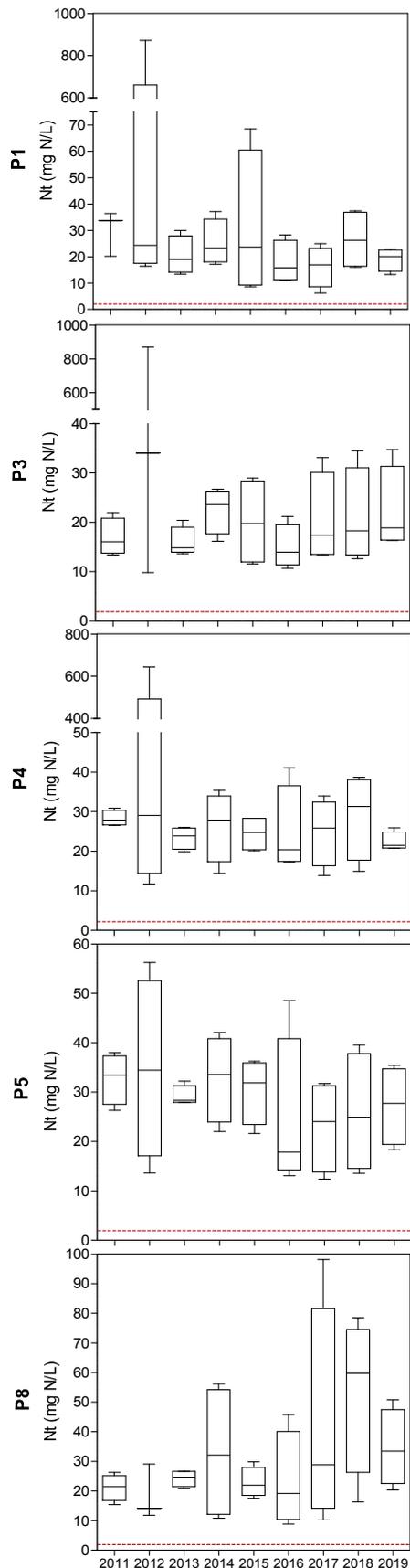


Figura 6.2.3. Datos históricos del A° Pantanoso (período 2011 al 2019), para los parámetros fósforo total (a) y nitrógeno total (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja, el límite máximo para el parámetro Fósforo total según decreto 253/79 clase 3, y el parámetro Nitrógeno total según USEPA (2016)

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA (Tabla 6.2.2)

Tabla 6.2.2 Índice ISCA período 2005 – 2019

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019
P1 Cno. Colman	58	56	62	52	45	53	26	41	46	50	41	53	53	49	49
P3 Cno. Melilla	50	50	48	49	47	54	45	45	49	47	46	47	50	49	45
P4 Cno. De la Granja	50	48	48	41	41	48	40	43	45	47	45	41	47	47	43
P5 Luis Batlle Berres	48	43	38	43	42	41	32	35	39	40	38	49	50	48	42
P8 Accesos	25	25	33	45	41	47	34	39	39	37	38	38	36	35	39

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

En el 2019, sólo la estación P1 se mantiene incambiada en la categoría de Aguas Brutas, todas las demás muestran un deterioro respecto a los últimos 3 años, pasando a la categoría de Aguas Deterioradas.

Tributarios del Arroyo Pantanoso

Se observa durante todo el año 2019 incumplimientos para varios de los parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 6.2.4)

Tabla 6.2.4. Concentraciones puntuales de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. Tributarios A° Pantanoso (2019)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada Bellaca	BE1	27/02/19	7,62	< 3	0,29	3,1	0,007	1,2E+03
		20/08/19	9,79	< 3	0,33	2,9	0,008	5,6E+02
	BE2	27/02/19	4,31	< 3	0,53	4,6	0,008	1,3E+03
		20/08/19	6,18	4	0,51	7,1	0,006	7,7E+03
Cañada Lecoq	LE1	27/02/19	0,63	12	2,91	20,1	0,194	1,2E+06
		20/08/19	6,15	20	1,72	20,5	0,182	7,3E+05
Cañada de la Higuera	H1	27/02/19	6,07	< 3	0,66	1,5	0,004	1,5E+04
		20/08/19	8,48	< 3	0,66	1,9	0,005	5,2E+03

Al igual que el año anterior, durante el año 2019 en todas las estaciones se registraron valores superiores a los límites de las normativas vigentes para los parámetros fósforo total y nitrógeno total (salvo la estación H1). En el caso de la estación LE1 prácticamente todos los parámetros registran valores de incumplimiento en los 2 muestreos realizados en el año 2019.

6.3 ARROYO LAS PIEDRAS

En el 2019 en el Arroyo Las Piedras, se realizaron 4 muestreos anuales en 5 estaciones de monitoreo. En la figura 6.3.1 se muestra la ubicación de las mismas.

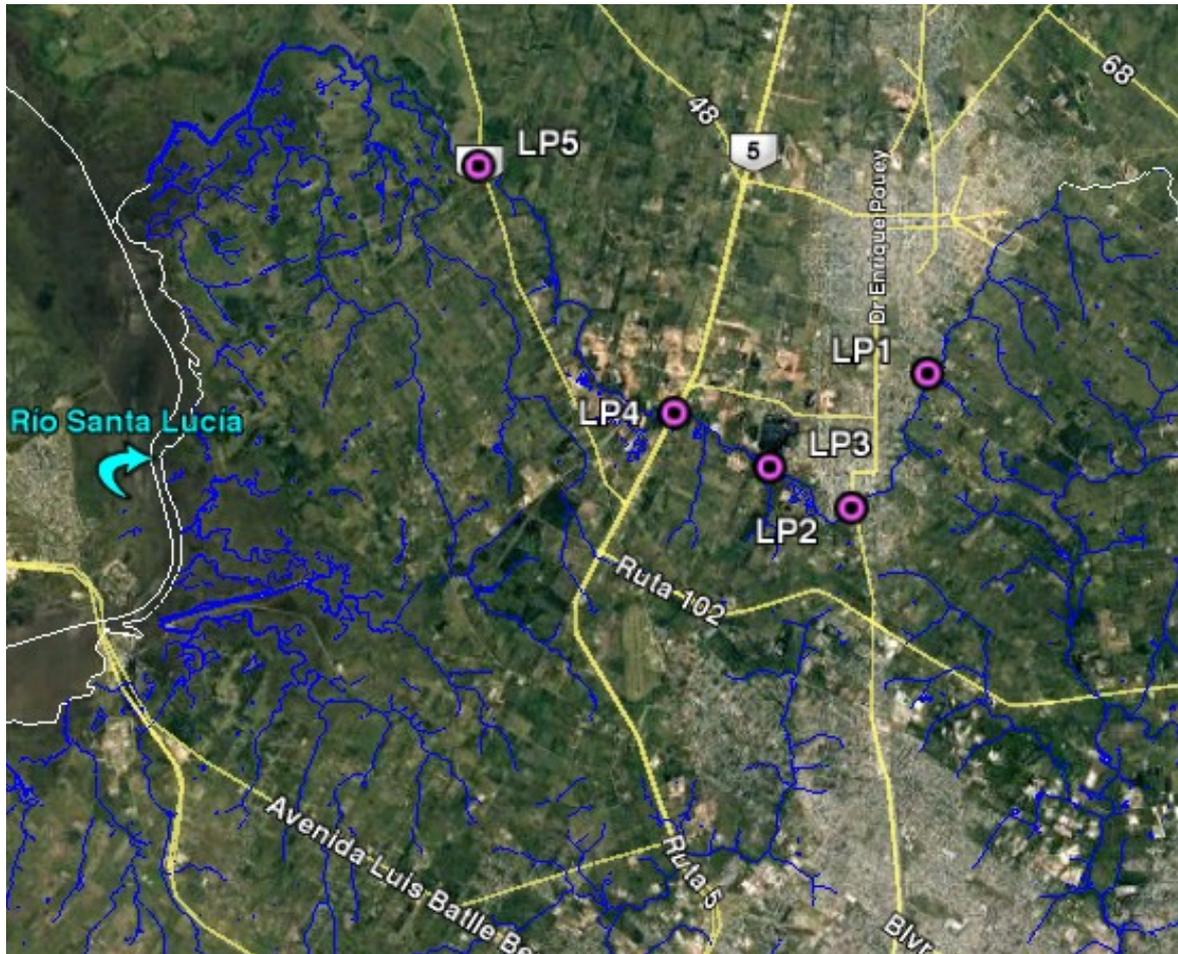


Figura 6.3.1: Estaciones de monitoreo del A° Las Piedras. Fuente Google Earth®

Estaciones en el curso principal 

- LP1: Cno. Julio Sosa
- LP2: Av. César Mayo Gutiérrez
- LP3: Cno. El Cuarteador
- LP4: Ruta N° 5
- LP5: Ruta N° 36 – Cno. Melilla

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.3.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), coliformes fecales (Cf) y tensoactivos aniónicos.

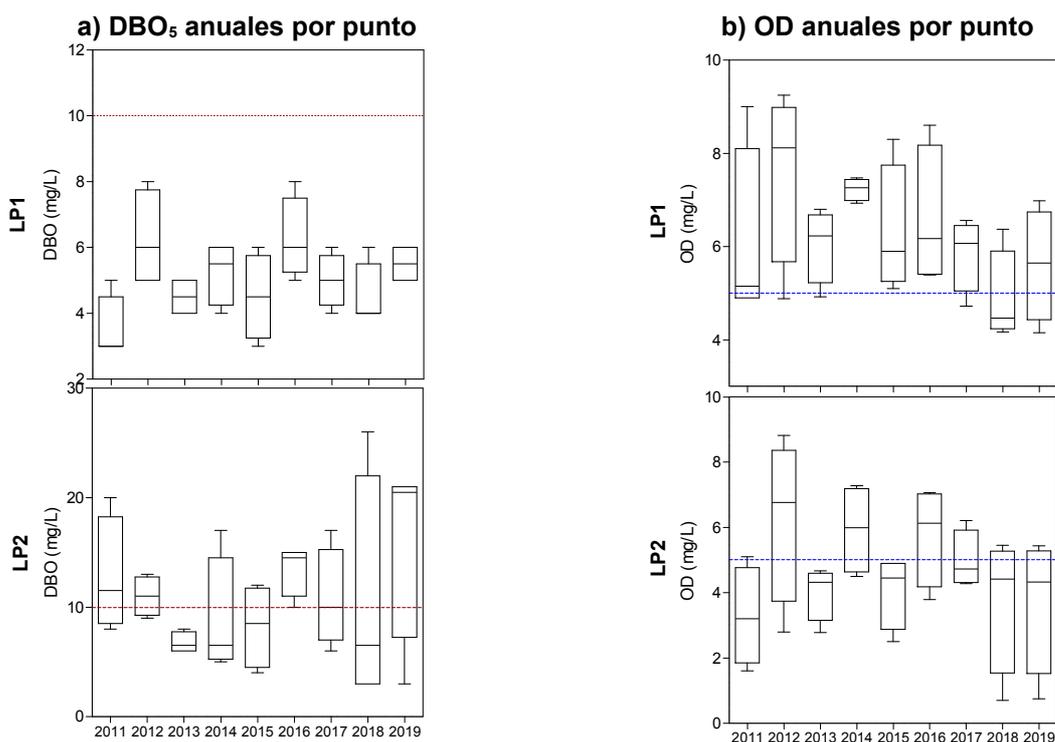
En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.3.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos de A° Las Piedras 2019.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
LP1	14/02/2019	4,2	5	1,03	15,5	0,030	0,31	1,4E+04
	15/05/2019	6,0	6	0,88	27,1	0,059	0,97	2,8E+04
	24/07/2019	7,0	5	0,82	8,7	0,012	0,57	8,5E+03
	12/11/2019	5,3	6	1,13	12,6	0,088	0,49	7,9E+03
LP2	14/02/2019	0,8	21	1,31	9,5	0,031	1,41	4,9E+05
	15/05/2019	3,8	21	1,22	42,9	0,073	1,29	4,9E+05
	24/07/2019	5,4	20	1,18	12,3	0,057	1,46	3,0E+05
	12/11/2019	4,8	3	1,14	8,5	0,064	0,29	2,7E+03
LP3	14/02/2019	2,5	4	1,29	16,9	0,056	0,30	1,2E+04
	15/05/2019	4,8	5	1,24	31,9	0,098	0,93	8,3E+03
	24/07/2019	6,3	6	1,15	21,1	0,051	0,65	1,2E+04
	12/11/2019	3,9	6	1,73	21,1	0,143	0,99	8,3E+03
LP4	14/02/2019	3,5	5	1,45	18,9	0,095	0,26	8,0E+03
	15/05/2019	5,3	8	0,95	38,7	0,147	0,41	1,4E+04
	24/07/2019	6,6	6	1,05	18,9	0,084	0,48	1,9E+04
	12/11/2019	0,1	40	2,34	23,4	0,239	2,66	1,0E+06
LP5	14/02/2019	5,7	5	1,25	14,9	0,085	0,14	2,0E+03
	15/05/2019	7,4	9	0,72	30,3	0,097	0,45	4,5E+03
	24/07/2019	8,1	8	0,86	16,3	0,061	0,29	3,0E+03
	12/11/2019	5,9	6	0,92	14,2	0,040	0,15	1,5E+03

Como se muestra en la Tabla 6.3.1, en el año 2019 en todas las estaciones de monitoreo se registraron valores de fósforo y nitrógeno total superiores a los límites de la normativa. Los parámetros amoníaco libre y coliformes fecales también presentaron valores de incumplimiento prácticamente durante todo el año. Se observa en general que la estación LP2 resulta ser la más afectada de todas, presentando valores de incumplimiento en prácticamente todos los parámetros durante todo el año.

En las figuras 6.3.2 y 6.3.3, se puede observar para el período 2011 – 2019, la variación de los parámetros OD, DBO₅, Fósforo y Nitrógeno total, por estación de monitoreo.



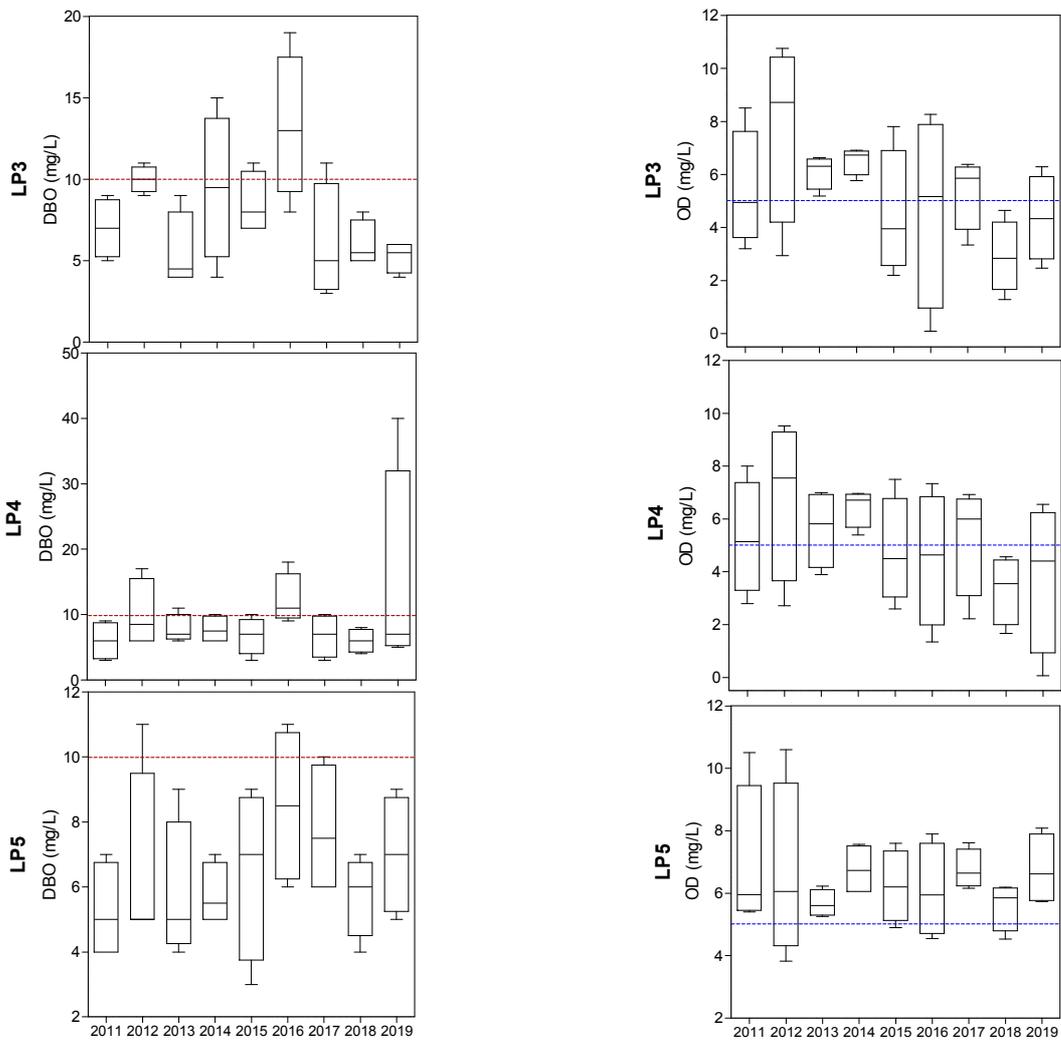
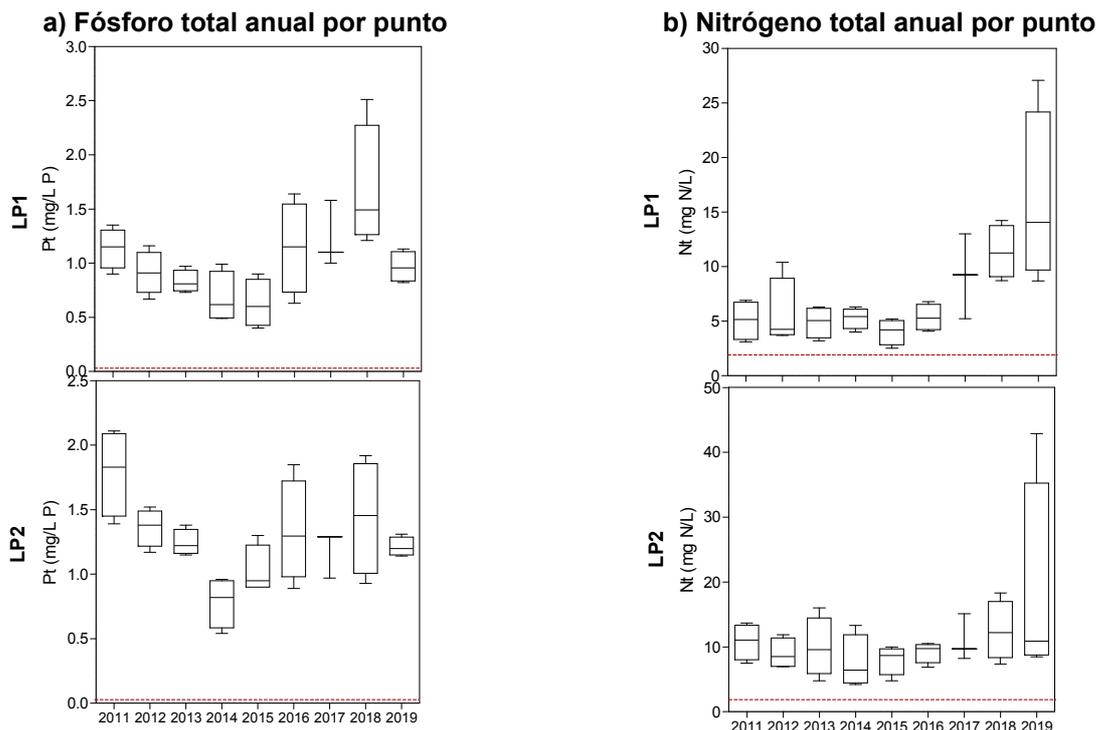


Figura 6.3.2. Datos históricos del A° Las Piedras (período 2011 al 2019), para los parámetros DBO₅ (a) y OD (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja los límites máximos para DBO₅ y con línea punteada azul los límites mínimos de OD. Todos los parámetros según decreto 253/79 clase 3.



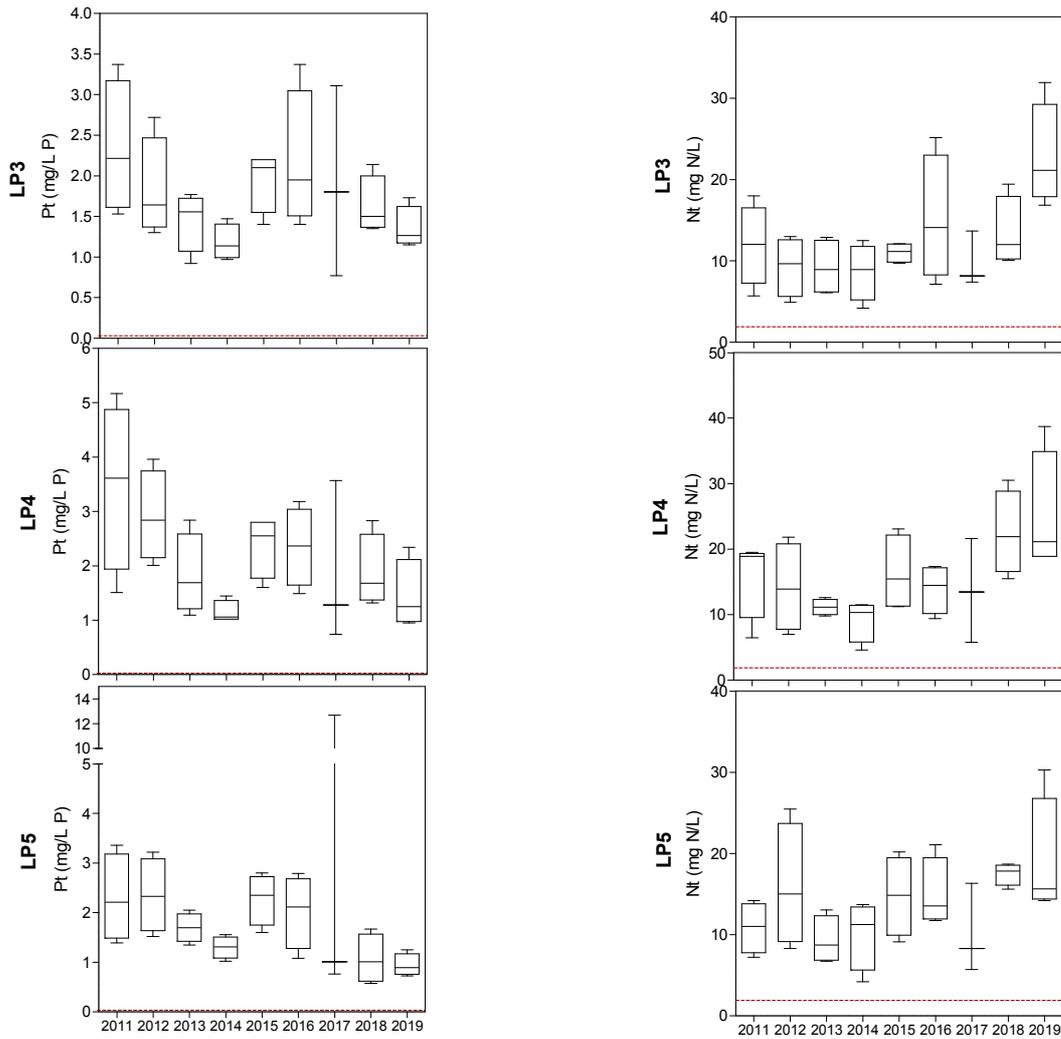
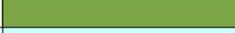


Figura 6.3.3. Datos históricos del A° Las Piedras (período 2011 al 2019), para los parámetros fósforo total (a) y nitrógeno total (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja, el límite máximo para el parámetro Fósforo total según decreto 253/79 clase 3, y el parámetro Nitrógeno total según USEPA (2016).

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA. (En la Tabla 6.3.2 se muestra la evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2019)

Tabla 6.3.2. Índice ISCA período 2005 – 2019

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019
LP1	71	74	69	72	68	67	65	70	66	72	69	66	64	60	63
LP2	59	71	59	51	58	59	55	65	60	68	61	62	61	56	56
LP3	54	56	55	60	60	69	61	65	64	69	59	56	59	53	57
LP4	44	31	38	51	55	61	60	62	61	66	59	58	61	55	55
LP5	62	63	54	54	53	63	61	63	61	69	67	64	61	60	63

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

En las estaciones LP1 y LP5 se registra una leve mejoría del índice respecto al año anterior; las demás estaciones se mantienen en la categoría de Aguas Brutas.

6.4 CUENCA DEL ARROYO CARRASCO Y TRIBUTARIOS

En esta cuenca se estudia la calidad del agua de los arroyos Carrasco, Toledo, Manga, y Juan Díaz, así como las cañadas Chacarita de los Padres y Canteras.

En la figura 6.4.1 se muestra la ubicación de las estaciones que incluye el Programa de Monitoreo.

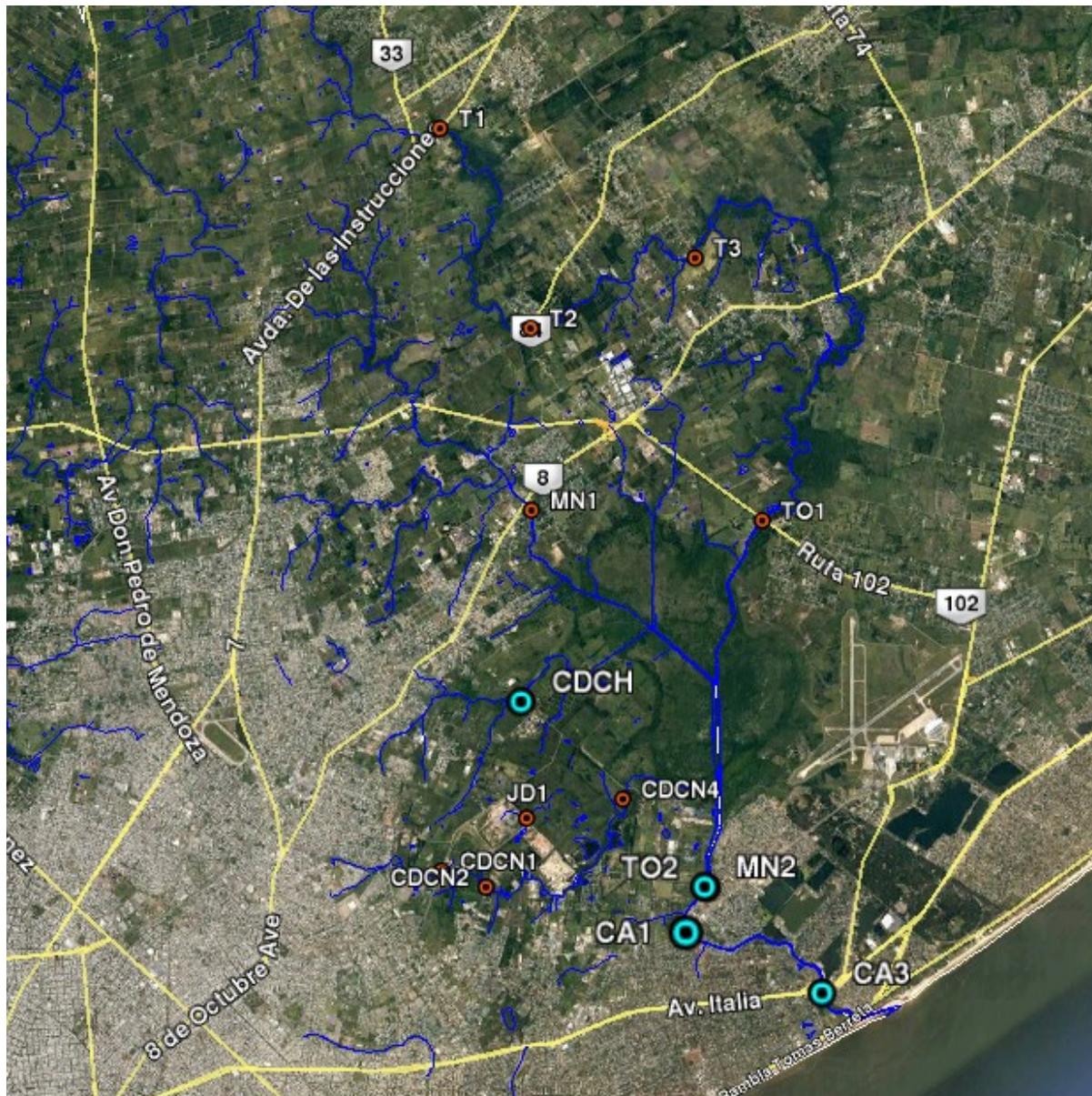


Figura 6.4.1 Estaciones de monitoreo de la Cuenca A° Carrasco. Fuente Google Earth®

Estaciones que se monitorean 4 veces al año: ●

- CA1: Arroyo Carrasco - Cno. Carrasco
- CA3: Arroyo Carrasco - Av. Italia
- CDCH: Cañada Chacarita de los Padres – Av. Punta de Rieles
- MN2: Arroyo Manga – Puente de OSE
- TO2: Arroyo Toledo – Puente de OSE

Estaciones que se monitorean 2 veces al año: ●

- T1: A° Toledo y Av. de las Instrucciones.
- T2: A° Toledo y Cno. Al Paso del Andaluz.

- T3: A° Toledo y Cno. Melchor de Viana.
- TO1: A° Toledo y Ruta N° 102.
- MN1: A° Manga y Ruta N° 8.
- CDCN 1: Cañada de las Canteras, sobre el puente de la calle Felipe Cardozo
- CDCN2: Cañada de las Canteras, sobre el puente de la calle Oncativo
- CDCN4: Cañada de las Canteras dentro del barrio privado San Nicolás
- JD1: A° Juan Díaz, que cruza Cno. Colastiné detrás del predio de la Usina 8

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.4.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), coliformes fecales y tensoactivos aniónicos del año 2019.

En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.4.1. Concentraciones puntuales de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos del A° Carrasco 2019.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
CA1	23/01/2019	1,42	3	1,30	3,8	0,001	0,16	2,4E+03
	09/05/2019	1,27	3	1,03	2,7	0,002	0,23	3,7E+03
	17/07/2019	5,53	3	0,70	4,1	0,001	0,24	6,1E+03
	30/10/2019	2,78	3	1,03	7,6	0,012	0,11	2,6E+03
CA3	23/01/2019	1,08	4	1,34	5,7	0,003	0,20	3,0E+05
	09/05/2019	1,26	3	1,03	1,2	0,002	0,26	3,6E+03
	17/07/2019	4,31	3	0,70	5,4	0,002	0,21	4,0E+04
	30/10/2019	1,90	3	1,08	9,0	0,018	0,24	1,3E+04
MN2 A° Manga y Puente OSE	23/01/2019	2,66	3	1,29	9,1	0,004	0,21	< 1000
	09/05/2019	0,92	3	1,12	3,3	0,002	0,16	2,5E+03
	17/07/2019	5,49	3	0,64	6,6	0,003	0,18	4,0E+02
	30/10/2019	3,08	3	1,79	10,2	0,025	0,24	1,4E+03
TO2 A° Toledo y Puente OSE	23/01/2019	1,62	3	1,02	2,4	0,001	0,15	6,4E+03
	09/05/2019	1,34	3	0,94	1,5	0,002	0,33	2,6E+03
	17/07/2019	5,51	3	0,68	3,8	0,001	0,20	2,7E+04
	30/10/2019	3,55	3	1,30	4,3	0,004	0,13	4,0E+04
CDCH	23/01/2019	3,91	16	0,90	19,4	0,053	1,21	9,2E+05
	09/05/2019	3,84	7	0,93	18,7	0,105	0,83	1,2E+05
	17/07/2019	2,95	110	1,35	26,0	0,028	1,22	1,6E+05
	30/10/2019	0,14	30	1,58	28,3	0,070	1,98	7,5E+05

Al igual que el año anterior, durante el año 2019 prácticamente todas las estaciones incumplen con los valores de oxígeno disuelto, fósforo total y nitrógeno total con referencia a los límites establecidos en la normativa vigente.

La estación CDCH ubicada sobre la cañada Chacarita de los Padres, resulta ser la más afectada presentando valores de incumplimiento en prácticamente todos los parámetros durante todo el año. En esta estación a menudo se registra la presencia de espuma y residuos sólidos, que también representan un incumplimiento de las características citadas en la normativa

A continuación, en las figuras 6.4.2 y 6.4.3, se puede observar para el período 2011 – 2019, la variación de los parámetros OD, DBO₅, Fósforo y Nitrógeno total, para cada estación de monitoreo.

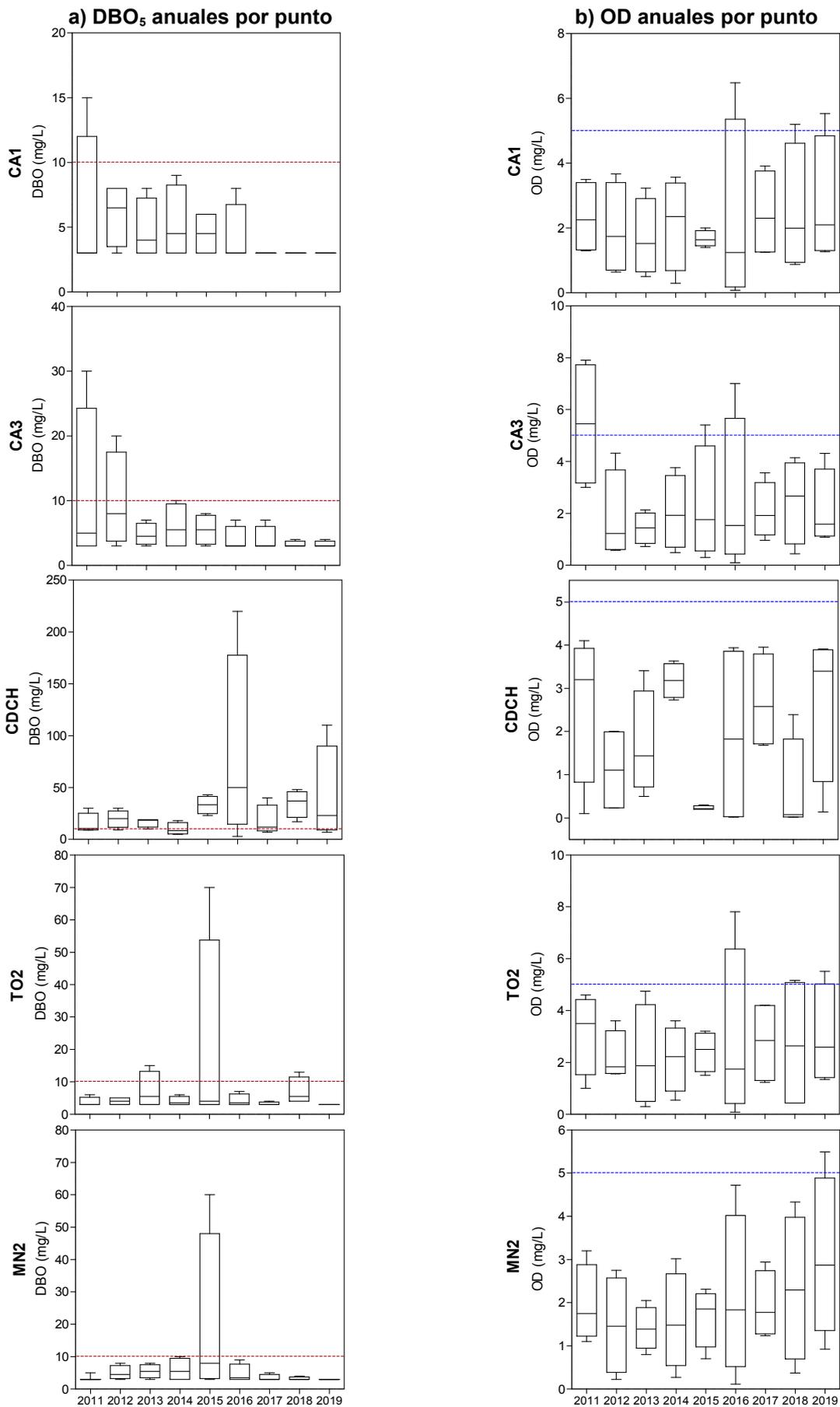


Figura 6.4.2. Datos históricos del A° Carrasco (período 2011 al 2019), para los parámetros DBO₅ (a) y OD (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja los límites máximos para DBO₅ y con línea

punteada azul los límites mínimos de OD. Todos los parámetros según decreto 253/79 clase 3.

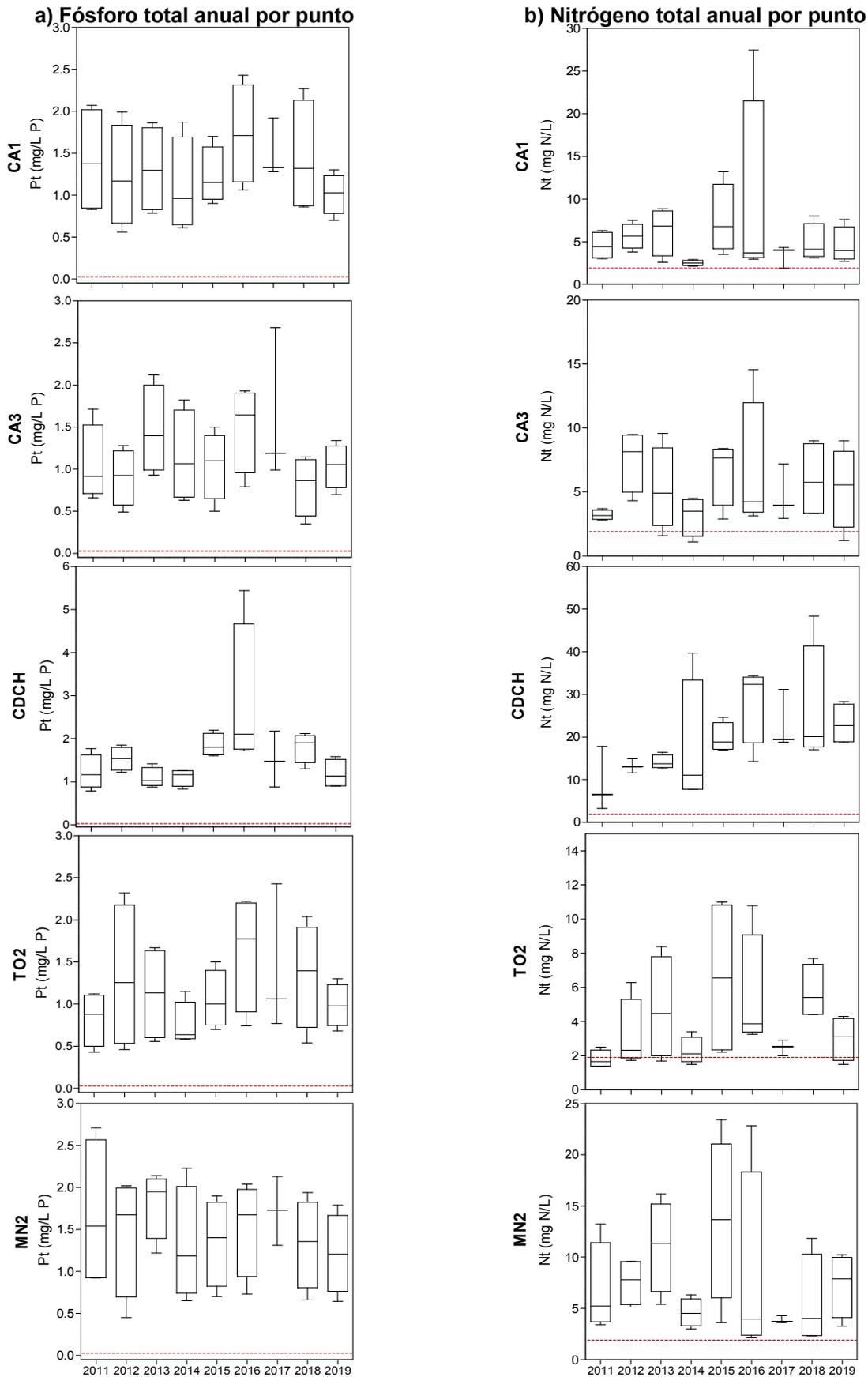


Figura 6.4.3. Datos históricos del A° Carrasco (período 2011 al 2019), para los parámetros fósforo total (a) y nitrógeno total (b). En todas las gráficas se indica con una línea punteada roja, el límite máximo para el

parámetro Fósforo total según decreto 253/79 clase 3, y el parámetro Nitrógeno total según USEPA (2016).

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA. (En la Tabla 6.4.2 se muestra la evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2019)

Tabla 6.4.2. Evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2018

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019
CA1	60	54	57	51	52	54	51	51	52	56	52	53	54	56	57
CA3	48	49	53	50	48	51	55	44	51	57	49	53	54	50	54
TO2	57	52	58	57	48	53	54	52	53	58	54	54	56	55	57
MN2	58	55	55	53	52	54	49	48	49	55	51	53	52	56	57
CDCH	49	46	42	47	46	50	53	49	49	56	47	40	54	47	54

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

Durante el 2019 no se observan cambios significativos en el índice ISCA, y todas las estaciones se mantienen en la Calidad de Aguas Brutas.

Tributarios del Arroyo Carrasco

En cuanto a los tributarios de la cuenca se observa durante todo el año 2019 incumplimientos para varios parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 6.4.4)

Tabla 6.4.4. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, Cr, Pb. Tributarios Cuenca A^o Carrasco

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
Arroyo Toledo	T1	28/03/2019	4,32	3	1,17	7,4	0,014	9,1E+02	-	-
		03/10/2019	8,27	6	1,41	8,1	0,003	1,1E+04	-	-
	T2	28/03/2019	4,54	< 3	1,01	7,2	0,004	6,2E+02	-	-
		03/10/2019	7,91	6	0,72	5,6	0,001	1,3E+04	-	-
	T3	28/03/2019	6,08	3	0,81	3,4	0,004	3,6E+02	-	-
		03/10/2019	8,36	6	0,66	5,5	0,001	2,1E+04	-	-
TO1	28/03/2019	5,39	< 3	0,83	3,5	0,0034	3,1E+02	-	-	
	03/10/2019	6,98	5	0,89	4,6	0,0012	9,5E+03	-	-	
Arroyo Manga	MN1	28/03/2019	7,04	6	1,40	14,3	0,026	5,2E+04	-	-
		03/10/2019	8,85	6	0,65	11,7	0,016	4,7E+04	-	-
Cañada Canteras	CDCN1	29/05/2019	0,08	97	3,75	15,6	0,364	2,5E+06	< 0,01	< 0,03
		28/11/2019	0,02	40	2,20	23,9	0,287	1,7E+06	< 0,01	< 0,03
	CDCN2	29/05/2019	0,12	30	1,70	18,8	0,155	9,5E+05	< 0,01	< 0,03
		28/11/2019	0,03	-	2,20	27,8	0,309	2,2E+06	< 0,01	< 0,03
	CDCN4	29/05/2019	0,09	42	2,89	35,2	0,765	1,1E+06	0,06	< 0,03
		28/11/2019	2,88	13	2,50	61,3	1,563	2,9E+04	0,03	< 0,03
Arroyo Juan Díaz	Lix-JD1	29/05/2019	0,05	> 180	13,0	> 8000	> 420	4,2E+04	1,50	0,049
		28/11/2019	0,03	180	12,0	1500	91	1,1E+06	2,60	2,30

Todas las estaciones de monitoreo registraron valores de incumplimiento para los parámetros fósforo total y nitrógeno total.

Las estaciones sobre el tramo superior del arroyo Toledo y Manga presentan valores de OD, DBO y amoníaco libre acordes a la normativa prácticamente durante todo el año.

Por otra parte en la Cañada Cantera se registran valores de incumplimiento para todos los parámetros (exceptuando metales) durante el 2019. Al igual que años anteriores se continua registrando la presencia de residuos sólidos principalmente en las estaciones CDCN1 y CDCN2 , que no sólo impiden el flujo normal del curso, sino que además también representa un incumplimiento de las características establecidas en la normativa vigente.

En cuanto a la estación de monitoreo LIX-JD1 que se encuentra ubicada en el arroyo Juan Díaz detrás del relleno sanitario de la IM, se reiteran las condiciones de deterioro de años anteriores. A este curso de agua llegan lixiviados provenientes de la Usina, que no han sido canalizados hacia la planta de tratamiento inaugurada en el año 2013. Durante el 2019, todos parámetros analizados en esta estación presentan valores de incumplimiento respecto a la normativa vigente.

6.5 ARROYO SAN GREGORIO, ARROYO MELILLA Y AFLUENTES

El arroyo San Gregorio es un afluente del Río Santa Lucía y en su cuenca están asentadas algunas industrias y establecimientos agropecuarios que vierten sus efluentes al arroyo o a algún afluente de éste. Para evaluar la calidad de sus aguas así como la de sus principales afluentes, se realizan 2 campañas de monitoreo anuales que abarcan desde las nacientes del curso de agua (a la altura de Cno. Anaya), hasta la estación ubicada en Cno. Los Camalotes. Se monitorean con una frecuencia bi-anual 8 estaciones: 4 que corresponden al curso principal del A° San Gregorio, 2 sobre afluentes del mismo, 1 estación sobre el arroyo Melilla y otra sobre un afluente del mismo (figura 6.5.1).

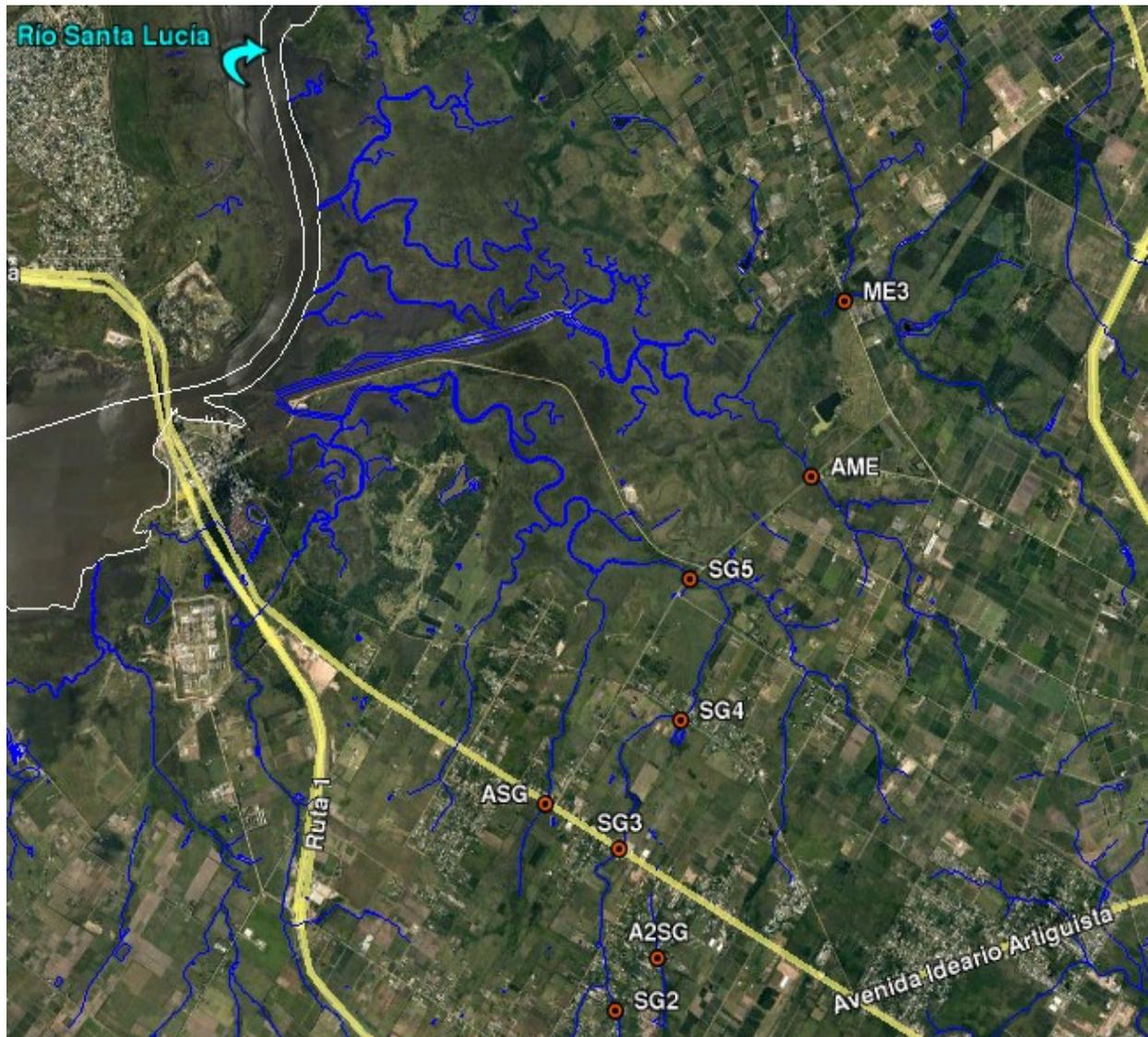


Figura 6.5.1. Estaciones de monitoreo A° San Gregorio – A° Melilla y afluentes. Fuente Google Earth®

Estaciones de monitoreo: 

- SG2: A° San Gregorio y calle Mario R. Pérez (entre Cno. Anaya y Lomas de Zamora)
- SG3: A° San Gregorio y Av. Luis Batlle Berres
- SG4: A° San Gregorio y calle del Tranvía a la Barra (cont. Cno. del Tapir)
- SG5: A° San Gregorio y Cno. Los Camalotes (entre Cno. Luis E. Pérez y Av. de los Deportes)

- ASG: Afluente del A° San Gregorio y Av. Luis Batlle Berres
- A2SG: Afluente del A° San Gregorio y Cno. Anaya (esq. calle Mauricio Llamas)
- ME3: Arroyo Melilla y Cno. La Redención
- AME: Afluente del Arroyo Melilla y Cno. Los Camalotes

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.5.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.5.1. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf. A° San Gregorio-A° Melilla y tributarios

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo San Gregorio y afluentes	SG2	21/03/19	0,38	70	8,18	111	1,273	1,2E+05
		11/09/19	3,82	38	4,32	44	0,532	5,7E+04
	SG3	21/03/19	1,44	27	3,94	134	0,515	4,2E+04
		11/09/19	3,15	28	3,52	41	0,300	3,4E+04
	SG4	21/03/19	6,67	28	6,18	78	0,388	1,9E+03
		11/09/19	6,85	22	2,94	48	0,246	1,3E+04
	SG5	21/03/19	4,36	9	2,10	34	0,165	6,9E+03
		11/09/19	6,71	4	0,71	17	0,015	2,6E+03
	ASG	21/03/19	4,39	< 3	0,26	6,6	0,005	8,8E+02
		11/09/19	7,02	< 3	0,47	5,5	0,005	1,3E+03
A2SG	11/09/19	6,15	< 6	1,43	7,8	0,002	4,9E+03	
Arroyo Melilla y Afluente	ME3	21/03/19	4,15	3	0,59	2,9	0,002	4,4E+02
		11/09/19	8,14	5	0,70	2,3	0,002	8,7E+03
	AME	21/03/19	5,36	< 3	1,10	8,9	0,008	4,8E+02
		11/09/19	8,93	5	1,27	7,7	0,008	5,1E+03

Se observa que los valores de fósforo y nitrógeno superan los límites de la normativa en todas las estaciones. Cabe destacar que en las estaciones de monitoreo SG2 y SG3, ubicadas en el Arroyo San Gregorio se registran valores de incumplimiento para todos los parámetros estudiados en el año 2019. Sólo en el tramo final del Arroyo se registran algunos valores acordes a la normativa para el parámetro DBO₅ y oxígeno disuelto. Se reitera la misma tendencia registrada hasta ahora: un alto grado de afectación en las nacientes del arroyo y una leve mejoría de la calidad del agua hacia las demás estaciones, desde SG3 hasta SG5, pero aún registrándose valores de varios parámetros que no cumplen con la normativa y que son vertidos directamente en la cuenca del Río Santa Lucía.

En las estaciones de monitoreo del arroyo Melilla y afluentes se registran para los parámetros amoníaco libre, DBO₅ y oxígeno disuelto (con alguna excepción) valores que cumplen con los límites establecidos en la normativa vigente.

6.6 OTROS CURSOS MENORES

6.6.1 Tributarios del Río de la Plata Zona Este

6.6.1.1 Arroyo Malvín

La calidad de las aguas de la cuenca del Arroyo Malvín, es evaluada por el Servicio ECCA mediante dos monitoreos anuales en el tramo que no está entubado (entre Isla de Gaspar y Avenida Estanislao López), (Figura 6.6.1.1).

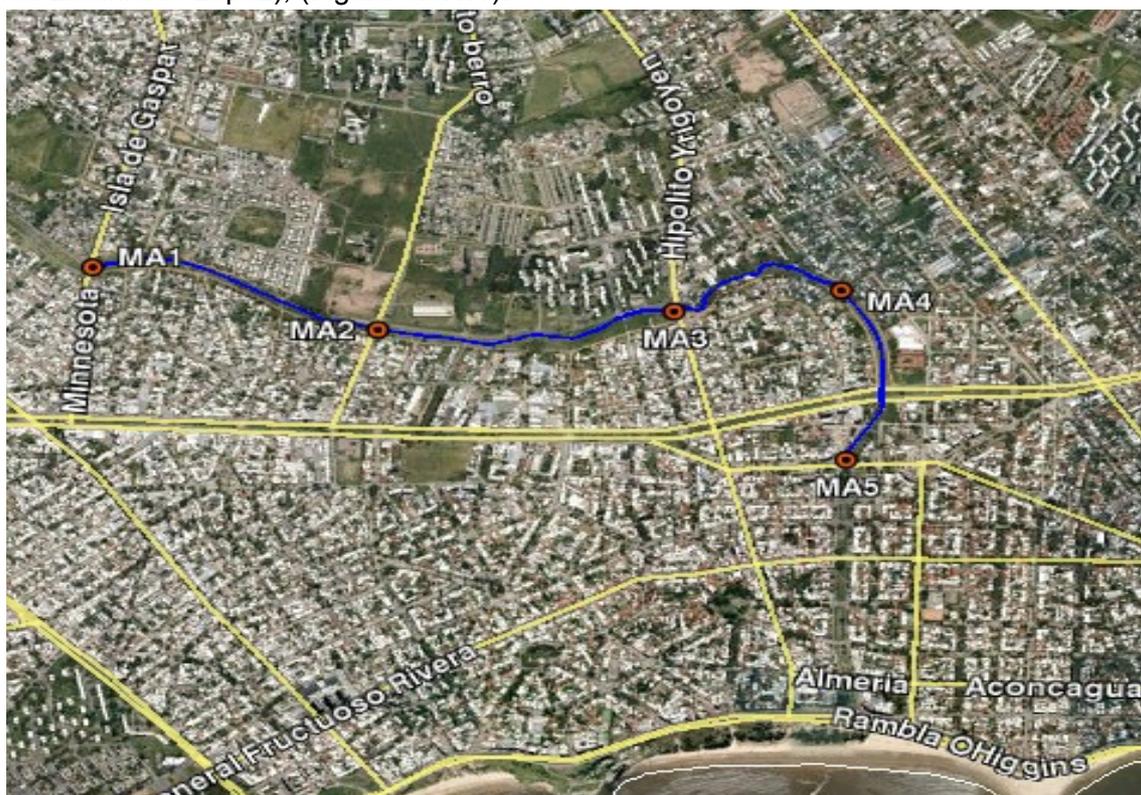


Figura 6.6.1.1. Estaciones de monitoreo del Arroyo Malvín. Fuente Google Earth®

Estaciones de muestreo 

MA1: A° Malvín e Isla de Gaspar

MA2: A° Malvín y Matorojó

MA3: A° Malvín e Hipólito Yrigoyen

MA4: A° Malvín y Espuelitas

MA5: A° Malvín y Av. Estanislao López

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.6.1.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.6.1.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. A° Malvín (2019)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
MA1	09/01/19	4,22	> 35	2,04	32,8	0,390	2,5E+06
	26/06/19	5,15	24	0,83	19,1	0,262	3,5E+05
MA2	09/01/19	0,55	> 68	1,83	24,2	0,263	1,2E+06
	26/06/19	4,63	11	0,99	15,9	0,108	2,8E+05
MA3	09/01/19	2,70	35	1,56	23,1	0,278	1,4E+06
	26/06/19	6,69	15	0,93	10,6	0,124	9,0E+04
MA4	09/01/19	5,98	14	1,14	19,6	0,257	6,5E+05
	26/06/19	8,25	16	0,99	11,1	0,166	1,3E+05
MA5	09/01/19	5,80	16	1,00	18,9	0,436	5,1E+05
	26/06/19	9,29	10	0,86	12,9	0,154	1,6E+05

Durante el año 2019 en todas las estaciones de monitoreo, los valores de DBO₅ (salvo MA5 el 26/06) nutrientes y coliformes fecales, superan los límites establecidos en las normativas vigentes. En el caso de la estación MA2 todos los parámetros analizados superan los valores límites de las normas nacionales e internacionales.

6.6.1.2 Arroyo Molino

El arroyo Molino es afluente del Lago Rivera y desemboca en la Playa Honda, (figura 6.6.1.2).

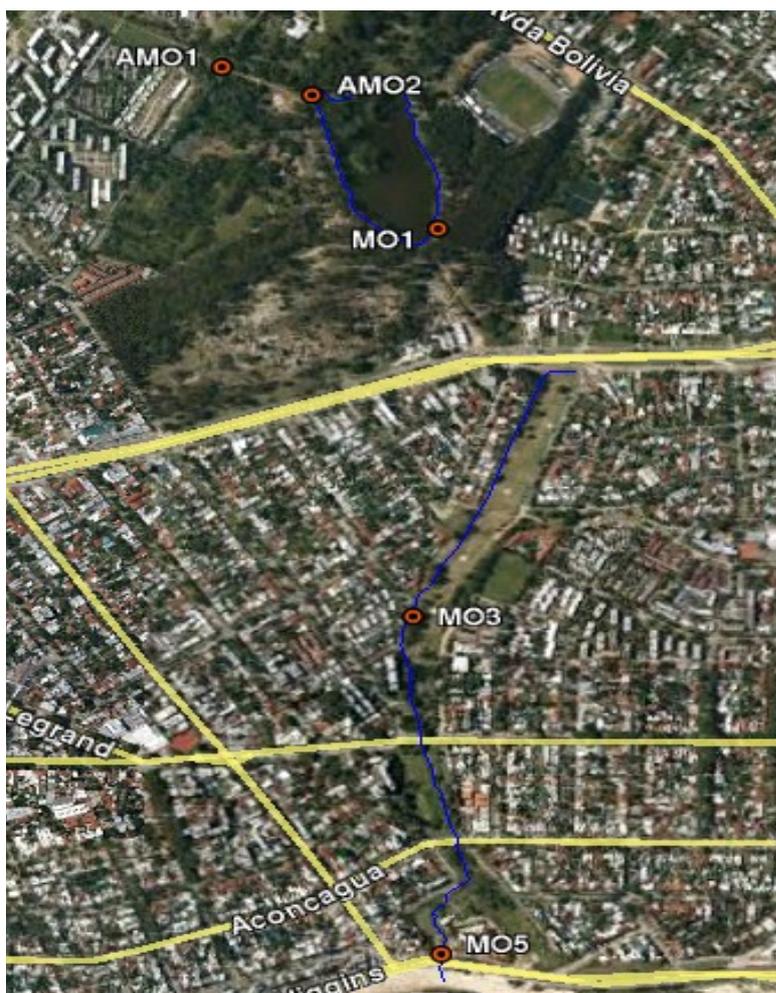


Figura 6.6.1.2. Estaciones de monitoreo del A° Molino. Fuente Google Earth®

Estaciones de muestreo

AMO1: Afluente Lago Rivera y Calle 6

AMO2: Afluente Lago Rivera (entrada del Lago)

MO1: A° Molino (salida del Lago)

MO3: A° Molino y Volteadores

MO5: A° Molino y Rambla O'Higgins

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.6.1.2 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf) determinados en el 2019. En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.6.1.2. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. A° Molino y afluentes (2019)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
AMO1	16/01/19	2,73	7	0,63	1,9	0,004	4,6E+04
	20/06/19	4,52	< 3	0,26	2,7	0,004	1,4E+04
AMO2	16/01/19	2,97	17	1,04	2,0	0,003	7,0E+04
	20/06/19	3,64	12	0,68	2,3	0,002	3,8E+04
MO1	16/01/19	5,57	11	0,86	6,2	0,007	5,8E+04
	20/06/19	3,84	11	0,81	6,7	0,006	1,0E+04
MO3	16/01/19	6,21	7	0,75	2,9	0,007	1,9E+04
	20/06/19	6,73	5	0,69	7,1	0,006	2,9E+03
MO5	16/01/19	7,72	6	0,75	1,4	0,014	1,6E+04
	20/06/19	9,22	< 3	0,51	5,8	0,010	1,1E+03

Durante el año 2019 se observaron valores de incumplimiento para fósforo total, Nitrógeno total u coliformes fecales en prácticamente todas las estaciones. En el caso del parámetro amoníaco libre se registran valores inferiores al límite establecido en todas las estaciones y durante todo el año.

6.6.2 Tributarios del Río de la Plata Zona Oeste

6.6.2.1 Cañadas de las playas del Oeste

En la figura 6.6.2.1 se muestra la ubicación de las estaciones que se monitorean 2 veces al año.



Figura 6.6.2.1. Estaciones de monitoreo de las cañadas de playas del Oeste. Fuente Google Earth®

Estaciones de muestreo 

- PB1: Cañada de las Pajas Blancas y Cno. Pajas Blancas
- PB2: Desembocadura de Cda. de las Pajas Blancas en el Río de la Plata (Playa Pajas Blancas)
- YO: Cañada de las Yeguas y Cno. Burdeos
- B: Cañada Bélgica, tributario de la Cañada Tala a la altura del Pasaje 19
- S3: Cañada Tala y Pasaje Artigas Sur

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 6.6.2.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 6.6.2.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. Cdas. Playas del Oeste (2019)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada Bélgica	B	21/02/19	16,02	17	0,92	4,6	1,057	1,4E+05
		13/08/19	13,17	36	1,18	12,1	0,168	1,3E+05
Cañada de las Pajas Blancas	PB1	21/02/19	4,98	< 3	1,46	2,4	0,018	1,9E+03
		13/08/19	9,56	10	1,67	5,6	0,011	3,2E+02
	PB2	21/02/19	2,30	< 3	0,45	3,6	0,002	1,9E+03
		13/08/19	9,56	< 3	0,50	3,6	0,008	7,4E+02
Cañada Punta Yeguas	Y0	21/02/19	7,14	< 3	0,38	2,3	0,014	9,9E+03
		13/08/19	9,89	< 3	0,39	1,3	0,009	1,8E+02
Cañada Playa Dellazoppa	S3	21/02/19	2,73	9	0,93	7,7	0,067	8,7E+03
		13/08/19	8,14	6	1,20	8,2	0,038	2,2E+04

Los parámetros fósforo total y nitrógeno no cumplen con las normativas en ninguna estación de muestreo durante el año 2019, salvo en la estación YO en el muestreo de agosto.

Se continua registrando la misma situación que años anteriores en la estación B, que presenta valores de sobresaturación de oxígeno disuelto, y valores de incumplimiento en todos los demás parámetros estudiados.

6.7 Resultados de Bioensayos

- Arroyo Miguelete

Los resultados de las muestras extraídas del arroyo Miguelete en el año 2019 se presentan en la Tabla 6.7.1.

Hydra attenuata fue el organismo de ensayo que presentó mayores efectos tóxicos, siendo la mediana de la UT en verano igual a 1,29 y en invierno igual a 2,48. Para este ensayo, los niveles de toxicidad de verano han descendido respecto de los 5 años previos y los de invierno se encuentran en un nivel medio respecto del mismo período.

Los demás ensayos (*Daphnia magna* y *Vibrio fischeri*) mantienen la tendencia histórica de valores no tóxicos o levemente tóxicos con la excepción del valor de toxicidad observado para *D. magna* en la muestra de M8 en verano. Dicho valor no se corresponde con niveles altos de toxicidad para los otros bioensayos realizados, lo que indica la posible presencia de un agente con mayor toxicidad específica para la especie.

Tabla 6.7.1. Resultados de los bioensayos realizados en muestras de agua del Aº Miguelete en el año 2019.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
M1	Verano	1,29	1,00	1,00
	Invierno	1,15	1,00	1,00
M5	Verano	1,49	1,00	1,00
	Invierno	2,48	1,00	1,00
M8	Verano	1,24	2,58	1,00
	Invierno	2,83	1,15	1,00

Los resultados generales observados para el arroyo Miguelete en 2019 sólo marcan como relevante un descenso de los niveles registrados en el verano para el ensayo de *H. attenuata*.

El comportamiento de *H. attenuata* en invierno y lo observado para *D. magna* y *V. fischeri* no presentan cambios para destacar respecto de los 5 años previos.

- Arroyo Pantanoso

La Tabla 6.7.2 muestra los resultados de los bioensayos realizados para el arroyo Pantanoso en 2019.

Al igual que en años anteriores, registrado por la serie histórica de monitoreo, el ensayo de *H. attenuata* es el que marca una toxicidad importante mientras que *D. magna* y *V. fischeri* se presentan con niveles no tóxicos o levemente tóxicos.

H. attenuata presentó en verano una mediana de UT de 19,1 que es la mayor estimación registrada en esa época hasta la actualidad. En invierno el valor de la mediana fue 5,16 resultando en un descenso respecto de los dos años previos y próximo al valor promedio de la serie histórica de invierno.

El arroyo Pantanoso presentó además niveles leves de toxicidad con el ensayo de *V. fischeri* en verano e invierno para más de un sitio, sin embargo no presentó toxicidad con *D. magna*.

Tabla 6.7.2. Resultados de los bioensayos realizados en muestras de agua del A° Pantanoso en el 2019.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
P1	Verano	19,11	1,00	1,15
	Invierno	3,50	1,00	1,00
P5	Verano	13,74	1,00	1,15
	Invierno	5,16	1,00	1,15
P8	Verano	21,41	1,00	1,15
	Invierno	5,35	1,00	1,15

Como consideración general, el arroyo Pantanoso mantiene niveles importantes de toxicidad que se destacan en los resultados de *H. attenuata* y que pueden o no ser observados además con otros ensayos. La toxicidad ha sido variable en la serie histórica por lo cual no puede considerarse que el aumento observado en verano se mantendrá como una tendencia o predecir si sólo será un aumento puntual en el tiempo.

- Arroyo Las Piedras

Los resultados de las muestras extraídas para el arroyo Las Piedras en el año 2019 se presentan en la Tabla 6.7.3.

Con el ensayo de *H. attenuata* se observó toxicidad en el rango tóxico y un valor muy tóxico en invierno para el sitio LP3. La mediana de los valores de verano (3,50) y de invierno (2,83) superaron los registros históricos medios disponibles hasta la actualidad. Sin embargo los ensayos de *D. magna*. y *V. fischeri* mantienen valores predominantemente no tóxicos o levemente tóxicos.

Tabla 6.7.3. Resultados de los bioensayos realizados en muestras de agua del A° Las Piedras en el 2019.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
LP1	Verano	2,83	1,00	1,00
	Invierno	2,61	1,00	1,00
LP3	Verano	3,67	1,00	1,00
	Invierno	5,23	1,00	1,00
LP5	Verano	3,50	1,00	1,15
	Invierno	2,83	1,00	1,00

El arroyo Las Piedras ha mostrado un incremento en sus niveles de toxicidad cuantificados por el ensayo de *H. attenuata* desde el año 2017. Dicho aumento no ha sido observado en los demás ensayos realizados. Cabe recordar que el bioensayo con *H. attenuata* ha mostrado una gran sensibilidad frente a la contaminación producto de la degradación de la materia orgánica.,

- Cuenca del Arroyo Carrasco

La Tabla 6.7.4 muestra los resultados para los sitios relevados en la cuenca del arroyo Carrasco durante el año 2019.

Tabla 6.7.4. Resultados de los bioensayos en muestras de agua de la cuenca del A° Carrasco en el 2019.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
CA3	Verano	1,00	1,00	1,00
	Invierno	1,00	1,00	1,00
MN2	Verano	1,15	1,00	1,00
	Invierno	1,15	1,00	1,00
TO2	Verano	1,00	1,00	1,00
	Invierno	1,00	1,00	1,00

En los sitios relevados de la cuenca se observa una situación casi ideal con un predominio de valores no tóxicos y tan sólo dos valores levemente tóxicos. Dicha situación es la registrada desde hace varios años y son raros los valores de UT en un rango moderadamente tóxico o superior.

7 CONSIDERACIONES FINALES

Durante el año 2019 se han mantenido o empeorado las características informadas en los años anteriores, no evidenciándose mejoras en la calidad de las aguas de los cursos de Montevideo. Las principales causas detectadas de dicho estado de deterioro, se pueden agrupar en:

- Vertido de residuos sólidos en las márgenes o en los mismos cursos de agua.
- Aportes directos de efluentes de saneamiento sin tratar desde asentamientos irregulares ubicados en las cuencas, o desde zonas que aun no están cubiertas por el PSU.
- Potenciales vertimientos de emprendimientos en las cuencas de drenaje, pudiendo ver los informes semestrales de actividad industrial y cumplimiento de la normativa (Plan de Control y Monitoreo de Industrias de Montevideo) en: <http://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/control-de-industrias/reportes-semestrales-de-actividad-industrial-y-cumplimiento-de-normativa>. De manera ilustrativa se muestra en la figura 7.1, el porcentaje de industrias que vierten directo a curso en cada cuenca de drenaje del departamento, siendo la cuenca del Arroyo Pantanoso la más impactada.
- Incremento en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos que alteran la hidrodinámica de los cursos de agua y su cuenca de drenaje.

Vertidos industriales directos a curso por cuenca

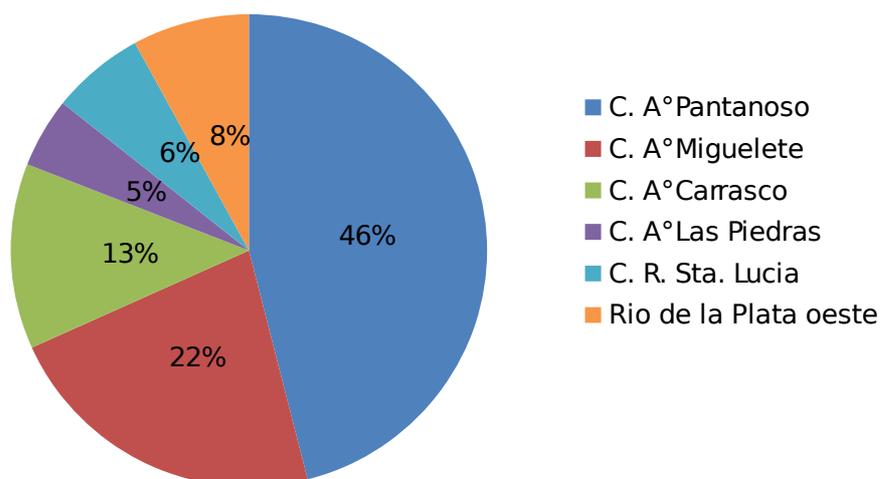


Figura 7.1. Distribución porcentual de industrias que vierten a curso por cuenca de drenaje.

Fuente: Unidad de Efluentes Industriales, Servicio ECCA.

A nivel departamental la Intendencia de Montevideo dentro del marco del proceso de planificación, definió Lineamientos y Objetivos Estratégicos transversales a toda la institución (la información se encuentra en <http://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/objetivosymetas2019.pdf>).

El Lineamiento Estratégico 2 (Promover un desarrollo ambientalmente sustentable), plantea en relación directa o indirecta a los cursos de agua:

- Gestionar los servicios de saneamiento y drenaje pluvial, ampliando la cobertura del sistema, con tecnologías más adecuadas a los entornos, mitigando el riesgo hídrico ante inundaciones.

- Impulsar la gestión ambiental integrada del territorio, preservando tanto la calidad de los cuerpos de agua (arroyos, cañadas, bañados, bahía, Río de la Plata, acuíferos, playas).
- Avanzar en la formalización del circuito informal de la basura, con énfasis en la integración social de los/as clasificadores/as.
- Promover un cambio cultural en la ciudadanía para que esta se empodere de sus derechos y se haga cargo de sus obligaciones ambientales.

Es importante destacar dentro del Lineamiento Estratégico 4 (Impulsar un modelo de desarrollo sustentable e innovador), el Objetivo Estratégico 4.6: *“Promover la resiliencia de Montevideo (climática, ambiental, social, económica, empleo, salud, entre otras), estableciendo políticas orientadas a la gestión del riesgo y a la respuesta y recuperación ante situaciones de crisis, impulsando la cooperación con otros organismos y promoviendo la conciencia pública en relación al tema.”*

El Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental está alineado y comprometido con los objetivos estratégicos de la Intendencia, y desde el mismo se continúa con la vigilancia de la calidad de los cuerpos de agua de Montevideo.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castillo-Morales, G. (Ed.)(2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. ISBN: 968-5536-33-3. México: IMTA. Canadá: IDRC,189 p.

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

Decreto Poder Ejecutivo, N° 253/79 del 09/05/1979 y modificativos (Decretos N° 232/88, N° 698/89 y N° 195/91).

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

EPS (1992). Biological test method: toxicity test using luminescent bacteria. Report EPS 1/RM/24, Environment Canada. 55p.

Espínola, J.C., Saona, G. & Arriola, M. (2005). Evaluación de la toxicidad de las principales cuencas hídricas del departamento de Montevideo. AMBIOS . (año 5; n° 15; 15-22) (año 5; n° 16; 19-23).

Kalff, J. & Bentzen, E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41 : 815-819.

Plan Nacional de Aguas (2017). M.V.O.T.M.A. <https://www.gub.uy/ministerio-vivienda-ordenamiento-territorial-medio-ambiente/politicas-y-gestion/planes/plan-nacional-aguas>

PNUMA (2017). Estrategia sobre el agua dulce 2017-2021. Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi (Kenya) 28p.

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

SMEWW (2017). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. ISBN 978-087553-287-5.

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.

UNESCO (2019). Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. *No Dejar a Nadie Atrás*. ISBN 978-923-300108-4. 216p.

USEPA (2016). United States Environmental Protection Agency. FINAL Integrated Water Quality Assessment for Florida: 2016 Sections 303(d), 305(b), and 314 Report and Listing Update Division of Environmental Assessment and Restoration Florida Department of Environmental Protection.

Valderrama, J.C. (1981).The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. Marine Chemistry. Vol. 10, (2): 109-122.

9 LISTADO DE ABREVIATURAS

CE – Conductividad Eléctrica

Cr – Cromo

DBO₅ – Demanda Bioquímica de Oxígeno

DDA – Departamento de Desarrollo Ambiental

DINAMA – Dirección Nacional de Medio Ambiente

DL 50 – Dosis letal 50%

ECCA – Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

IM – Intendencia de Montevideo

ISCA – Índice Simplificado de Calidad de Agua

ISQG - Interim Sediment Quality Guidelines

LD – Límite de detección

MG – Media Geométrica

MVOTMA – Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

NH₄⁺ - Amonio

NT – Nitrógeno Total

OD – Oxígeno Disuelto

Pb – Plomo

PEL - Probable Effect Levels

PSU – Plan de Saneamiento Urbano

PT – Fósforo Total

SNAP – Sistema Nacional de Áreas Protegidas

UFC – Unidades Formadoras de Colonias

USEPA - United States Environmental Protection Agency

UT – Unidades de Toxicidad