



Intendencia
Montevideo

PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA DE PLAYAS Y COSTA DEL DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO



Foto: Archivo Unidad Calidad de Agua

Informe Anual

Abril 2021 - Marzo 2022

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control 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

AUTORIDADES GOBIERNO DEPARTAMENTAL

Intendenta

Carolina Cosse

Secretaria General

Olga Otegui

Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental

Guillermo Moncecchi

Gerencia de Gestión Ambiental

Verónica Piñeiro

OTRAS AUTORIDADES

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

Susana González

Directora (i) Unidad Calidad de Agua

Jimena Risso Barros

Autores del Informe

Jimena Risso

Daniel Sienra

Bruno D'Alessandro

M^a Eugenia Echezarreta

Personal de la Unidad Calidad de Agua involucrado en el desarrollo del trabajo realizado

Bruno D'Alessandro, María Mercedes De Maio, M^a Eugenia Echezarreta, Tania Hernández, Lys Viviana Perciballe, Marinela Pereira, Gustavo Saona, Gastón Varela, Martín Villanueva, Analía Urban, Mary Yafalián.

Pasantes de Facultades de Química y de Ciencias de la Unidad Calidad de Agua

Nicolás Albarenque, Ana María Benítez, Verónica Botana, Leandro Capurro, Romina Echagüe, Fernanda Eugui, Lucía Fronés, Lucía Gómez, Mauricio Marrero, María Eugenia de Nava, Gabriel Queirolo.

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 1748

www.montevideo.gub.uy



Índice

i. Prefacio.....	2
1.Introducción.....	3
2.Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo	10
2.1 Temporada no estival.....	12
2.2 Temporada estival.....	15
3.Monitoreo de cianobacterias tóxicas período estival.....	27
4.Estudio de metales pesados en resaca.....	43
5.Bioensayos.....	47
6.Monitoreo de los aportes, vertimientos y puntos costeros.....	54
7.Búsqueda de Vibrio cholerae, Vibrio vulnificus y Vibrio parahaemolyticus.....	59
Anexo.....	65



i. Prefacio

En el presente informe se resumen los estudios de evaluación de la calidad del agua de las playas y costa de Montevideo realizados por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental desde el 1° de abril de 2021 al 31 de marzo de 2022. Este período incluye la temporada no estival del año 2021 y la temporada estival 2021-2022 en su totalidad. Además se incorporan análisis comparativos con temporadas estivales anteriores.

Los estudios realizados comprenden:

- Calidad de las aguas de las playas durante el período no estival (1° de abril al 14 de noviembre de 2021).
- Calidad de las aguas de las playas durante la temporada estival (desde el 15 de noviembre de 2021 al 31 de marzo de 2022).
- Estudio de las floraciones de cianobacterias en las costas del Departamento de Montevideo durante el período estival.
- Estudio de metales pesados en resaca de playas
- Calidad del agua de los aportes, vertimientos y otros puntos costeros durante todo el período de estudio.
- Búsqueda de *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*.

La información presentada ha sido generada en base a los muestreos, análisis e informes de evaluación efectuados por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo.

Se destaca la valiosa colaboración de los pasantes de la Universidad de la República, estudiantes de las Facultades de Química, Ingeniería y Ciencias en la realización de los muestreos de agua y los análisis correspondientes.

1. Introducción

Antecedentes¹

A mediados del siglo XIX, Montevideo se convirtió en la primera ciudad latinoamericana en contar con un sistema de saneamiento por redes. Más aún, tan adelantada resultó la visión de la ciudad que este sistema se comenzó a construir 15 años antes de que contara con uno de abastecimiento de agua potable por redes (Ríos, 2018). Todo comenzó cuando, a raíz de la preocupación creciente de la población por la higiene, en 1852 el empresario Don Juan José Arteaga, propietario de la Empresa Caños Maestros, presentó al gobierno una propuesta para instalar un conjunto de cañerías en la vía pública que sirviera para evacuar tanto las aguas residuales de origen doméstico como las aguas pluviales (Rocco, 2014).

Hasta ese momento, las aguas residuales eran transportadas por los esclavos en barriles hacia las costas del Río de la Plata (Ríos, 2018). Por ese entonces, la población de Montevideo no alcanzaba los 40.000 habitantes y la ciudad apenas superaba el área de Ciudad Vieja. La empresa de Arteaga desarrolló y operó su red hasta el año 1917, llegando a construir 211 kilómetros de colectores y cubriendo aproximadamente 1.157 hectáreas.



Figura 1.1 Obras de saneamiento en la calle Valles, en la Ciudad Vieja, circa 1920. Fuente: CMDF referencia 18625FMHGE.

En ese entonces, la población de la ciudad había crecido y rondaba los 374.000 habitantes, casi diez veces más que al inicio de las obras (Intendencia de Montevideo, 2013). El objetivo de esta red de colectores era evacuar rápidamente las aguas residuales y pluviales de las zonas urbanizadas y descargarlas en los cursos de agua cercanos. Los colectores de la red Arteaga llegaron a cubrir los actuales barrios de Ciudad Vieja, Centro, Barrio Sur, Cordón, Aguada, Reducto, Bella Vista, Villa Muñoz, La Comercial, Tres Cruces, Palermo, Parque Rodó, La Unión y Pocitos. Incluso en la actualidad un gran porcentaje de esta red continúa en funcionamiento.

¹ Texto extraído de Maroñas, C. et al. (2021) con algunas modificaciones, material licenciado bajo [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



En 1913, luego de casi 60 años de concesión, el servicio de saneamiento pasó a manos de la Junta Económico Administrativa, que luego se convertiría en la Intendencia de Montevideo (Ríos, 2018). A inicios del siglo XX, Montevideo había crecido significativamente y con el propósito de dar respuesta a este crecimiento la Intendencia de Montevideo realizó un relevamiento sistemático de toda la red existente y creó un plan general para el desarrollo del saneamiento de la capital (Rocco, 2014). Este plan, conocido como “Plan Maggiolo” en honor a su autor y aprobado en febrero de 1922, fue el primer plan general para desarrollar el saneamiento de Montevideo y tenía como principal objetivo asegurar dicho saneamiento hasta 1950. Para su diseño se adoptó el concepto general unitario², con la idea de llevar todos los desagües de la ciudad hacia varios puntos rocosos sobresalientes de la costa del Río de la Plata.



Figura 1.2 Construcción de Red Arteaga. Fuente: Archivo del Ing. Ernesto Katzenstein.
montevideoantiguo.net

Desde aquellas épocas la ciudad y su red de saneamiento continuaron creciendo de manera constante y se tuvieron que enfrentar, como pasó en muchas otras ciudades, a grandes crisis sanitarias debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales que eran vertidas a sus costas.

En los años setenta había alrededor de 30 desagües que iban directamente del sistema de alcantarillado a las aguas costeras, causando graves problemas de contaminación y salud pública (Páez et al., 2018). Y en 1972 la Intendencia de Montevideo, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), realizó un estudio sobre la disposición final de las aguas residuales en la capital con el objetivo de dar solución a la crisis sanitaria que percibía la población y devolverle la vitalidad que una vez tuvo la costa de la ciudad y que había perdido.

² Sistema donde las aguas residuales domésticas y las aguas pluviales se conducen por la misma red de colectores.

La ejecución del Plan de Saneamiento Urbano (PSU) experimentó diversas etapas. En sus orígenes, estaba concebido para salvaguardar la salud pública de la población de la capital mediante la resolución de los problemas que ocasionaban las numerosas descargas crudas del alcantarillado al Río de la Plata. Sin embargo, con el pasar de los años, el avance del conocimiento, los cambios de paradigmas y la visión de gestión en un sentido amplio, la Intendencia de Montevideo incorporó en las distintas fases del PSU variaciones a los objetivos originales, las cuales han permitido planificar el saneamiento de la ciudad con una mirada integral y moderna de la gestión de su patrimonio, teniendo como fin último la universalización del servicio.



Fuente: Páez et al. (2018).

Figura 1.3. Descargas en el Río de la Plata anteriores a la puesta en funcionamiento de los Planes de Saneamiento Urbano. Fuente: Maroñas, C. et al. (2021).

El objetivo de la **primera etapa** (PSU I) fue la descontaminación de las playas al este de Punta Carretas, devolviendo a esa parte de la ciudad el atractivo de la zona costera y de sus playas, el cual se había visto opacado con el correr de los años anteriores. Esta etapa involucró la construcción de 12 km de interceptores costeros, seis estaciones de bombeo y diversas modificaciones sobre los vertederos al este de Punta Carretas, así como también del emisario subacuático de Punta Carretas (de 2.320 m de longitud) y su planta de pretratamiento. La implementación de esta primera etapa del PSU, llevada a cabo entre 1981 y 1991, fue sumamente exitosa y se recuperaron las playas del este, desde Carrasco hasta Punta Carretas,

La **segunda fase** del plan (PSU II) se ejecutó entre 1992 y 1996, y tuvo como objetivos atender la contaminación no puntual de la zona este, que llegaba a los cursos de agua, y mejorar la calidad de las aguas y de las playas de la costa oeste, desde Punta Carretas hasta la escollera Sarandí.

La **tercera etapa** (PSU III), ejecutada entre 1997 y 2006, tuvo como objetivo mejorar las condiciones de vida de la población del área metropolitana a través del aumento de la cobertura del servicio de alcantarillado y de la disminución de la contaminación industrial y doméstica de los arroyos de la ciudad, principalmente en las cuencas de los arroyos Pantanoso, Miguelete y Carrasco, y en la bahía de Montevideo.

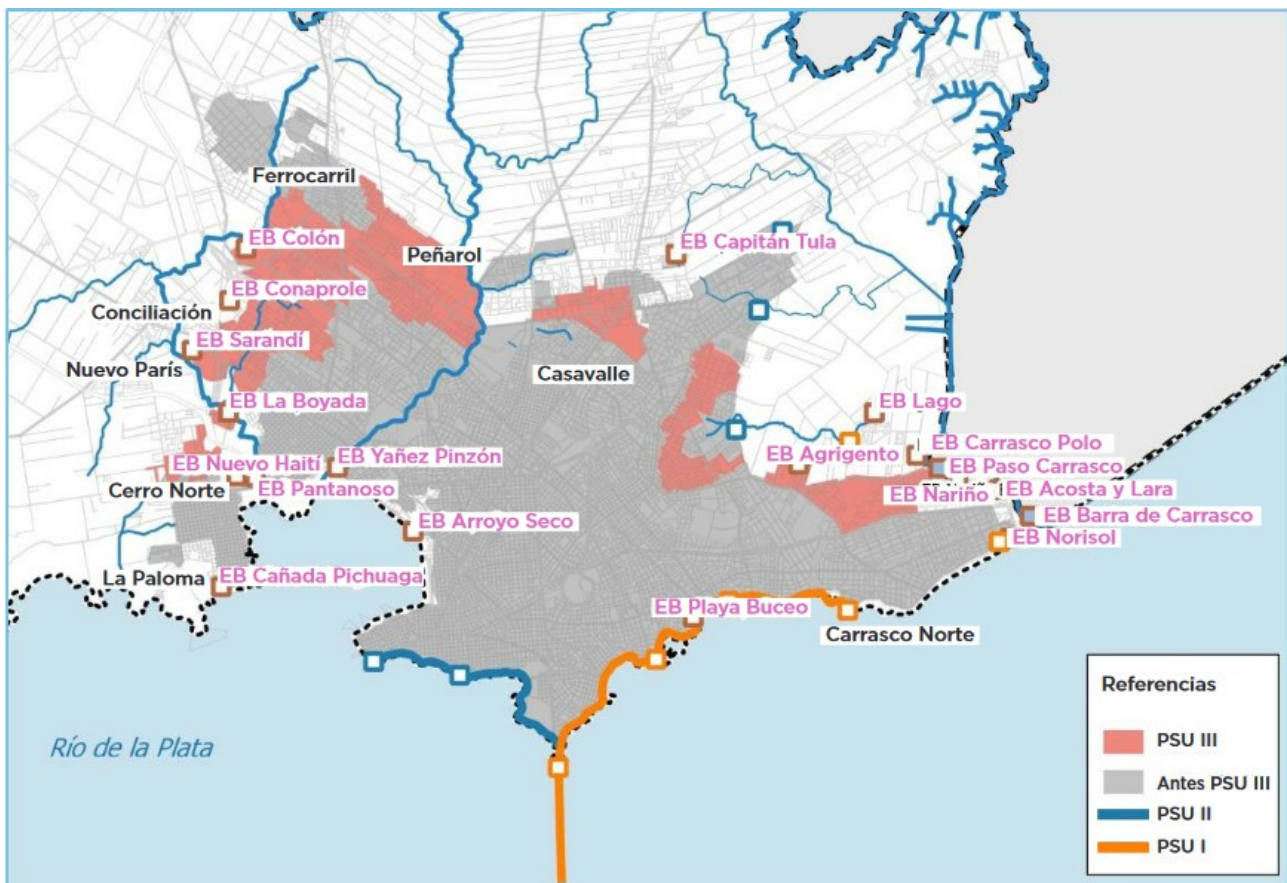


Figura 1.4 Planes de Saneamiento Urbano I, II y III. Fuente: Maroñas, C. et al. (2021)

La **cuarta fase del plan** (PSU IV) 4 se ejecutó entre 2007 y 2019. Su objetivo general fue la recuperación de la calidad de las aguas en la bahía de Montevideo y su objetivo específico fue dar una solución definitiva al sistema de conducciones, tratamiento y disposición final de la zona oeste de la ciudad, la cual se materializó en dos grandes paquetes de obras. El primero consistió en la construcción de las redes de saneamiento y drenaje pluvial de los barrios Carrasco Noreste, Cerro Norte y Casabó, así como en la rehabilitación de redes de la cuenca del arroyo Chacarita, lo cual permitió incorporar al servicio a unas 18.000 personas (un total aproximado de 350 hectáreas). También se construyeron espacios de esparcimiento, como parques y plazas con equipamiento urbano acorde, y se reubicó a las familias asentadas en las zonas donde debían realizarse las obras, brindándoles viviendas de calidad. El segundo paquete



de obras estuvo dirigido al sistema de disposición final de la zona oeste de Montevideo, lo que incluyó un sistema de conducciones y estaciones de bombeo para recoger y conducir todos los efluentes que se vertían en la bahía y en la costa oeste hasta una planta de pretratamiento, así como la construcción de dicha planta y de un emisario subfluvial de 2 km de extensión en Punta Yeguas, similar al construido en Punta Carretas. Con la implementación de esta cuarta fase, en la actualidad, el 100% de las aguas servidas colectadas en Montevideo son dispuestas de forma adecuada, mientras que la cobertura del servicio de saneamiento urbano manejado de manera apropiada alcanza al 92% de la población.

El PSU (hoy Plan de Saneamiento y Drenaje Urbano – PSDU) ha sido y seguirá siendo una colaboración única, que durante 40 años ha formado una capacidad única de planificar de manera estratégica y con visión de futuro. Con la implementación de la cuarta fase en 2020, el 100% de las aguas servidas colectadas en Montevideo son dispuestas de forma adecuada, mientras que la cobertura del servicio de saneamiento urbano manejado de manera apropiada alcanza al 92% de la población. Además, se han abordado varios problemas asociados al drenaje urbano (Basani, 2021).

Monitoreo del Río de la Plata

Con el fin de controlar la calidad de las playas y prevenir riesgos a la salud de los bañistas, así como monitorear el funcionamiento del Sistema de Saneamiento, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la Intendencia de Montevideo realiza durante todo el año estudios de calidad del agua de las playas de Montevideo desde Punta Espinillo hasta Miramar.

Los procedimientos de muestreo y análisis, realizados en el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, se basan en metodologías estándar y son llevados a cabo por personal calificado. En todos los casos las muestras son extraídas entre las 8 y las 13 horas, siendo trasladadas refrigeradas al laboratorio donde se realiza la determinación de, salinidad, conductividad, y coliformes fecales en todas las muestras, así como turbiedad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, clorofila *a*, microcistina, fósforo total, ortofosfato y nitrógeno total en playas seleccionadas.

Certificación de Calidad mediante la Norma ISO 9001:2008 del Programa de vigilancia costera de playas

En el mes de marzo de 2013, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo, alcanza la certificación de sus principales procesos, incluyendo el “Monitoreo y vigilancia de la calidad de agua de playas”. Esta certificación, que se ha renovado año a año, es expedida por UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas) - AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) e IQNET (*The International Certification Network*), y demuestra que este proceso se realiza conforme a los requisitos de la Norma ISO 9001:2015, constituyendo un logro que refleja la calidad del trabajo realizado en el marco de este Programa.



Sistema de Gestión Ambiental - Certificación por Norma ISO 14001 de playas y espacio costero

El Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental integra el grupo de trabajo denominado "Comité Participativo de Gestión de Playas". Este es un ámbito multidisciplinario, integrado por representantes de diferentes Departamentos y Servicios de la Intendencia de Montevideo, que tiene a su cargo el seguimiento de los aspectos ambientales de las siete playas certificadas y otros espacios de la costa de Montevideo, por la norma internacional ISO 14001 y la promoción de acciones de mejora continua.

En febrero de 2005, la Intendencia de Montevideo obtiene la Certificación ISO 14001 sobre la gestión ambiental de las playas Ramírez, Pocitos, Buceo y Malvín posicionándose como la primera ciudad capital en haber logrado dicho reconocimiento al desempeño ambiental en la gestión de sus playas. En noviembre de 2007 y en enero de 2010 se incorporan a este sistema certificado la playa de los Ingleses y la playa Honda respectivamente. Finalmente en el año 2013 se agregó a la certificación toda la costa desde playa Buceo a playa de los Ingleses, logrando incorporar al sistema de gestión no solamente las playas sino los espacios que se encuentran entre las mismas. Hasta la fecha se mantiene la certificación de la totalidad del Sistema.

En el marco de este sistema de gestión ambiental, el usuario debe tener en cuenta las siguientes prácticas en la playa para el disfrute de todos:

- está prohibido el ingreso de animales durante la temporada estival en las playas habilitadas para baños (período 15 de noviembre a 31 de marzo).
- utilizar las papeleras para desechar los residuos generados.
- evitar los baños de inmersión dentro de las 24 horas después de lluvias intensas.
- respetar las señales y la cartelería dispuesta en las playas.
- no está permitido ingresar con vehículos de cualquier naturaleza salvo los autorizados.

Implementación del uso de una bandera para prevenir riesgos a la salud humana

En el año 2010 la Intendencia de Montevideo habilita al Servicio de Guardavidas a utilizar una nueva bandera a efectos de alertar a la población sobre condiciones sanitarias adversas en las playas. Las banderas utilizadas hasta ese momento (verde, amarilla y roja) indican exclusivamente el grado de peligrosidad física (tormenta eléctrica, lluvia, viento, corrientes, mareas, etc.). Es así que, por Resolución de la Intendente de Montevideo (Resolución N° 1324/10), se autorizó al mencionado Servicio a utilizar la bandera sanitaria, de color ROJO con una cruz VERDE en su centro cuando en alguna de las playas se produzcan los siguientes eventos: aparición de cianobacterias (conocidas como "algas verdes tóxicas"), de cnidarios tóxicos (medusas de tipo "fragata portuguesa"), presencia de hidrocarburos y otros que a juicio de la División Salud deban ser indicados a los usuarios de las playas a efectos de prevenir riesgos a la salud.



Bibliografía

Basani, M. (2021). Saneamiento urbano en Montevideo: 40 años de logros
<https://blogs.iadb.org/agua/es/saneamiento-montevideo-40/>

Intendencia de Montevideo. (2013). 100 años de gestión pública del saneamiento de Montevideo. Uruguay, Montevideo: Intendencia de Montevideo.

Maroñas, C., Rezzano, N., Basani, M. (2021) El saneamiento urbano en Montevideo: 40 años de logros y lecciones aprendidas hacia un servicio adecuado y universal. Nota técnica N° IDB-TN-2155. División de Agua y Saneamiento. Banco Interamericano de Desarrollo.

Páez, T., A. Tarre, T. Serebrisky y A. Suárez-Alemán. (2018). Infraestructura para el desarrollo - Vol. 2, No. 4: Cómo sanear la bahía de Montevideo. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

Ríos, D. (2018). Agua potable: historia y sensibilidad. Editorial: Civiles Ilustrados. Uruguay , Montevideo.

Rocco, A. (2014). Historia olvidada de un arroyo escondido. Uruguay, Montevideo: Junta Departamental de Montevideo.

2. Evaluación de la calidad del agua de las playas del Departamento de Montevideo

La Unidad Calidad de Agua del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental realiza durante todo el año un monitoreo y evaluación de la calidad de agua de la costa del Departamento de Montevideo, desde playa Miramar hasta Punta Espinillo.

Además de las muestras de agua de playa, se extraen muestras de 17 aportes costeros (vertederos, arroyos y cañadas) que desembocan en cada playa, cuyos resultados se reportan en el Capítulo 5. En la Figura 2.1 se identifican las playas de las que se extrae muestra tanto en temporada no estival como estival. El listado de los puntos de muestreo en temporada no estival se presenta en la Tabla 2.3.

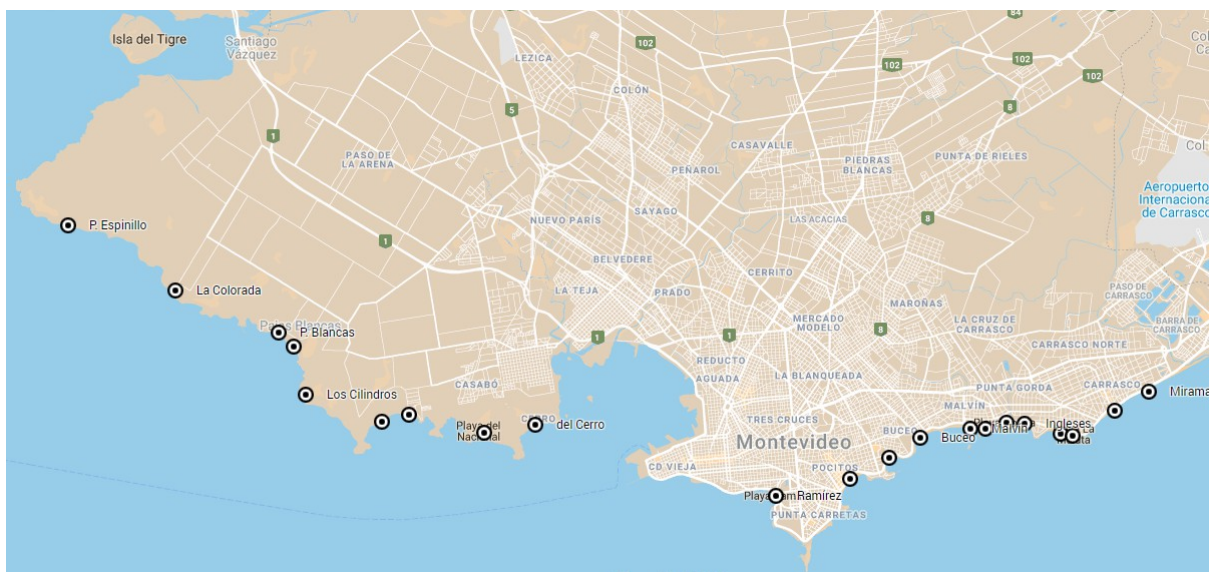


Figura 2.1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo de playas.

La evaluación de los resultados de aptitud para recreación por contacto directo se realiza de acuerdo a los criterios adoptados por la Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental (DINACEA, 2021) en la *Guía para definir la aptitud y la categorización de las playas*.

La aptitud del agua de recreación por contacto directo, se evalúa en base a los valores de referencia propuestos por el GESTA-Agua (2008), que tiene en cuenta la concentración de coliformes termotolerantes y la presencia/ausencia de espuma de cianobacterias en el agua [...]. Adicionalmente, en esta guía se incorpora la evaluación de otros eventos ambientales que en determinadas condiciones pueden dar lugar a situaciones de no aptitud [...]. En base a estos criterios se define la aptitud/no aptitud del día monitoreado.

Esta Guía establece que las MG5 deberán ser calculadas a partir de cinco muestras consecutivas, tomadas dentro de un período de tiempo de 45 días. Asimismo para evaluar la frecuencia de aptitud se deberá contar como mínimo con dos días evaluados por mes, entre 1º de diciembre y el 31 de marzo inclusive.



Tablas de la Guía para definir la aptitud y categorización de las playas

Estado del agua de recreación	Condición		
	Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)	Floración de cianobacterias	Otros eventos ambientales
Apta. *Debe cumplir las tres condiciones	MG5≤1000.	Ausencia o Estadío 1 (cianobacterias dispersas).	Ausencia de eventos, o presencia leve (sin bandera sanitaria).
No apta. *Basta con cumplir una de las tres condiciones	MG5>1000.	Estadío 2 (visible a 5 m).	Presencia del evento con bandera sanitaria.

Tabla 2.1. Condiciones de los coliformes termotolerantes, las floraciones de cianobacterias (ambos basados en Gesta-Agua, 2008) y de otros eventos ambientales, que definen la Aptitud/No Aptitud del agua de recreación.

Categoría	Frecuencia de aptitud para baños (en base a días monitoreados y evaluados ⁵)
Excelente	100% de días monitoreados aptos, con ausencia total de cianobacterias, con datos puntuales de coliformes termotolerantes ≤2000 UFC/100ml, y ausencia de bandera sanitaria debido a otros eventos ambientales.
Muy buena	81-100% de los días monitoreados aptos.
Buena	61-80% de los días monitoreados aptos.
Aceptable	50-60% de los días monitoreados aptos.
No apta	<50% de los días monitoreados aptos.

Tabla 2.2. Categorías de calidad de playas (DINACEA, 2021).

Además de la categorización planteada por la DINACEA, se realiza la evaluación respecto a la Clase 2b del Decreto 253/79 y modificativos posteriores que corresponde a “recreación por contacto directo”. Para realizar esta evaluación se toman solamente los días considerados representativos³ lo que se sustenta en que el sistema de saneamiento de Montevideo es de tipo unitario y existe cartelería en cada playa habilitada en la que se recomienda no bañarse en las 24 horas posteriores a las lluvias. El informe de evaluación de los resultados obtenidos por el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental se eleva mensualmente en temporada no estival a la Dirección del Departamento de Desarrollo Ambiental y a diferentes dependencias dentro del mismo departamento. En temporada estival este informe se envía además a División Salud (Departamento de Desarrollo Social) de la Intendencia. La comunicación a la población en temporada estival se realiza semanalmente a través del sitio web institucional:

³ Se considera día representativo cuando no se registraron vertimientos ocasionados por precipitaciones siempre que las mismas hubieran ocurrido dentro de las 24 horas anteriores al muestreo.



<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/evaluacion-de-la-calidad-del-agua-en-las-playas/informe-semanal-de-calidad-del-agua-de-las-playas-de-montevideo>

En el mismo sitio web se encuentran también disponibles los informes anuales de evaluación. <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/salud/informes-anuales-de-evaluacion-de-calidad-del-agua-de-playas-y-costas>

2.1 Temporada no estival

Introducción

Entre los meses de abril a noviembre la utilización de las aguas de playa para recreación por contacto directo es muy escasa, fundamentalmente debido a las bajas temperaturas, por lo que durante este período se realizan operaciones de mantenimiento en el sistema de saneamiento, lo que provoca muchas veces vertimientos a la costa. En este contexto, las campañas de muestreo en temporada no estival tienen como objetivo realizar una vigilancia de las playas para detectar la ocurrencia de incidentes no previstos, que pueden afectar la calidad del agua, y dar una pronta y oportuna respuesta en la eventualidad que esto suceda. El período no estival reportado en este informe se encuentra comprendido entre el 1° de abril y el 14 de noviembre de 2021

Frecuencia de extracción de muestra y evaluación

Durante la temporada no estival se realizó la extracción de muestra una vez por semana.

Además de las muestras de agua de playa, se extraen muestras de 17 aportes costeros (vertederos, arroyos y cañadas) que desembocan en cada playa, cuyos resultados se reportan en el Capítulo 5. El listado de los puntos de muestreo en temporada no estival se presenta en la Tabla 2.3.

Metodología analítica

Coliformes fecales: Se realiza según el procedimiento de filtración por membrana 9222 D del “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA-AWWA-WEF 23st Ed. 2017) y los resultados se expresan en ufc/100mL.



Listados de puntos de muestreo de playas				
Nombre del Punto	Abreviatura	Ubicación física del lugar de toma de muestra	Ubicación satelital del lugar de toma de muestra	
Playa Punta Espinillo	PE	Al medio de la playa	34°50'22.8"	56°24'45,7"
Playa La Colorada	LC	Al medio de la playa	34°51'29.6"	56°22'34.5"
Playa Pajas Blancas	PB	Al medio de la playa	34°52'13.9"	56°20'25.8"
Playa Punta Yeguas	PY	Al medio de la playa	34°53'43.1"	56°18'18.0"
Playa Santa Catalina	SC	Desde la bajada del auto, pasando 10 metros la cañada	34°53'35.1"	56°17'44.7"
Playa del Cerro	PA	Frente a la calle Vizcaya	34°53'47.1"	56°15'09.5"
Playa Ramírez	RAM	Frente a la calle Sarmiento	34°54'59.8"	56°10'12.3"
Playa Pocitos	POC	Frente a la calle Buxareo	34°54'41.2"	56°08'38.0"
Playa Buceo	BUC	Al medio de la playa	34°53'59.0"	56°07'15.7"
Playa Malvín	MAL	Frente a la calle 18 de diciembre	34°53'49.8"	56°06'16.0"
Playa Honda	H	A la altura de la calle Gallinal	34°53'44.1"	56°05'28.8"
Playa de los Ingleses	ING	Al medio de la Playa	34°53'44.71"	56°05'06.1"
Playa Verde	VDE	Frente a San Marino	34°53'53.2"	56°04'22.6"
Playa Carrasco	CAR	Frente al Hotel Carrasco	34°53'31,0"	56°03'16.7"
Playa Miramar	MIR	Frente a la calle French	34°53'05.7"	56°02'19.0"

Tabla 2.3. Ubicación de los puntos de muestreo costero en temporada no estival. Nota: En Punta Espinillo y Punta Yeguas se realiza un muestreo en el mes.

En la temporada no estival, con la información resultante de los muestreos representativos, se elabora un informe mensual que se eleva al Departamento de Desarrollo Ambiental y a la División Salud de la Intendencia de Montevideo.

En este capítulo se evalúan los resultados de los análisis de las muestras extraídas del agua de las playas durante el período no estival. Los resultados de las muestras extraídas de vertimientos costeros se analizan en el Capítulo 4.

Resultados

Durante la temporada no estival del año 2021 se realizaron 22 salidas para realizar extracción de muestra de playas, de las cuales 19 fueron en días representativos. La Figura 2.2 resume los resultados obtenidos durante la temporada, mostrando el porcentaje de excedencias registradas respecto al límite establecido para Clase 3 del Decreto 253/79.

Finalmente, en el **Anexo** se presentan las tablas que muestran, para cada playa, la evolución de la media geométrica MG5 de coliformes fecales durante todo el período no estival.

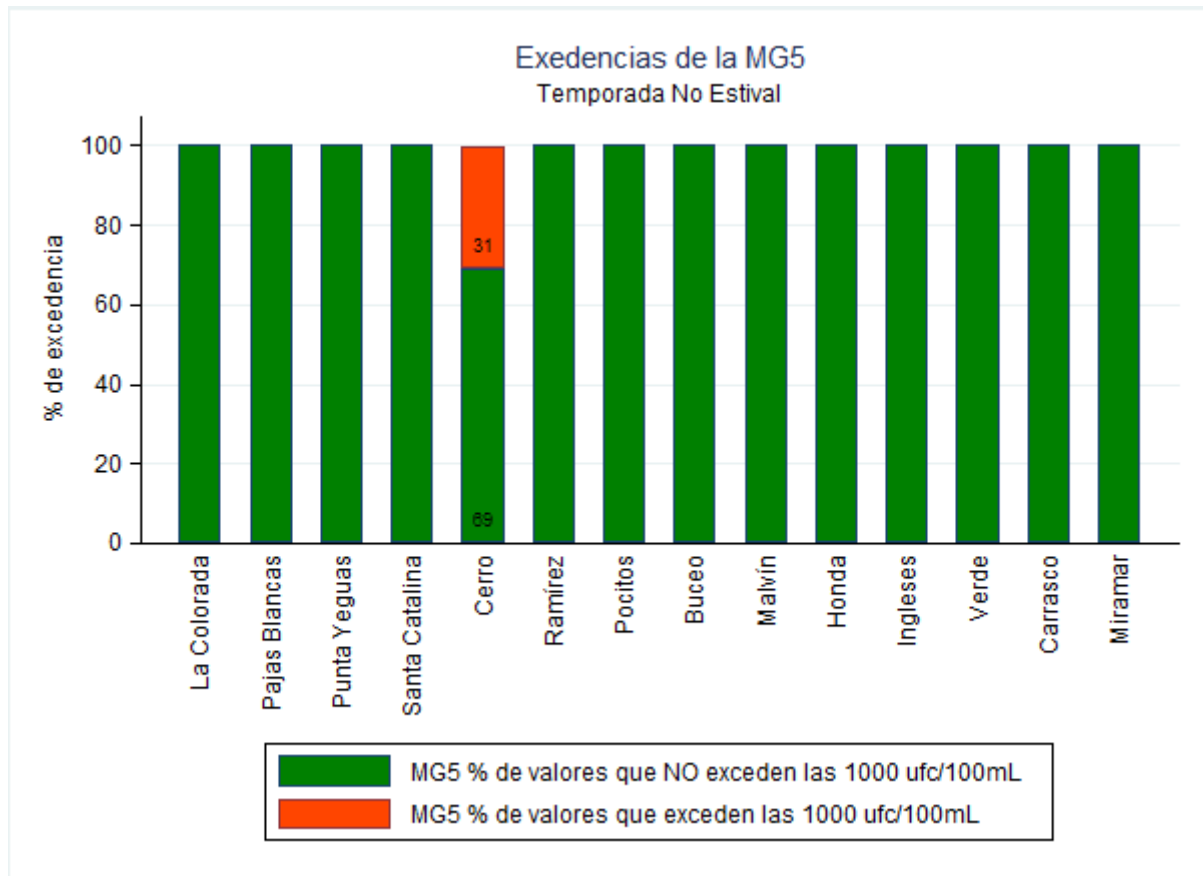


Figura 2.2 Excedencia de la MG5 en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos se coloca el valor de porcentaje de excedencias sobre la barra roja).

Conclusiones

Durante la temporada no estival 2021 solamente la playa del Cerro tuvo excedencias de la MG5 en 4 de 13 valores (31%). Como se comenta en el capítulo 2, en la Playa Santa Catalina se canalizaron los aportes que vertían a la playa y por otro lado también se canalizó el colector de la calle Francia en el Cerro. En el Capítulo 4 se presentan los datos de los aportes que llegan a las playas.



2.2 Temporada estival

El programa de monitoreo estival comprende 21 puntos de muestreo de agua de playas, a los que se suman puntos de muestreo de arroyos, cañadas y vertederos del sistema que se comunican con el Río de la Plata, (en total 39 puntos). En este capítulo se evalúan los resultados de los análisis microbiológicos de la calidad del agua de las playas. Los resultados de los análisis realizados en los aportes costeros se analizan en el Capítulo 4.

Durante este período estival, se planificaron de dos a cuatro muestreos semanales entre Punta Espinillo y playa Miramar. Estas campañas comprenden la extracción de muestras de agua de las playas y de los aportes costeros correspondientes (vertederos, arroyos y cañadas que desembocan en cada playa).

En la Tabla 2.4 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo durante la temporada estival. Los estudios bacteriológicos (coliformes fecales) se complementan con medidas de salinidad, conductividad, temperatura, turbidez, pH, clorofila que se resumen en Anexo y la evaluación de floraciones de cianobacterias, cuyos resultados se presentan en el Capítulo 3.



Listados de puntos de muestreo de playas				
Nombre del Punto	Abreviatura	Ubicación física del lugar de toma de muestra	Ubicación satelital del lugar de toma de muestra	
Playa Punta Espinillo	PE	Al medio de la playa	34°50'22.8"	56°24'45,7"
Playa La Colorada	LC	Al medio de la playa	34°51'29.6"	56°22'34.5"
Playa Pajas Blancas	PB	Al medio de la playa	34°52'13.9"	56°20'25.8"
Playa Zabala	Z	Al medio de la playa	34°52'29.19"	56°20'09.54"
Playa Los Cilindros	PC	En la zona menos rocosa para ingresar	34°53'15"	56°19'53"
Playa Punta Yeguas	PY	Al medio de la playa	34°53'43.1"	56°18'18.0"
Playa Santa Catalina	SC	Desde la bajada del auto, pasando 10 metros la cañada	34°53'35.1"	56°17'44.7"
Playa del Nacional	PN	Al medio de la playa	34°53'53.5"	56°16'12.4"
Playa del Cerro	PA	Frente a la calle Vizcaya	34°53'47.1"	56°15'09.5"
Playa Ramírez	RAM	Frente a la calle Sarmiento	34°54'59.8	56°10'12.3"
Playa Pocitos	POC	Frente a la calle Miguel Barreiro	34°54'41.2"	56°08'38.0"
Playa Puerto del Buceo	PPB	Al medio de la playa	34°54'19.01"	56°07'53.37"
Playa Buceo	BUC	Al medio de la playa	34°53'59.0"	56°07'15.7"
Playa Malvín	MAL	Frente a la calle 18 de diciembre	34°53'49.8"	56°06'16.0"
Playa Brava	BRA	Al medio de la playa	34°53'50.47"	56°05'54.74"
Playa Honda	H	A la altura de la calle Gallinal	34°53'44.1"	56°05'28.8"
Playa de los Ingleses	ING	Al medio de la Playa	34°53'44.71"	56°05'06.1"
Playa Verde	VDE	Frente a San Marino,	34°53'53.2"	56°04'22.6"
Playa Mulata	MTA	Al medio de la playa	34°53'56.81"	56°04'07.20"
Playa Carrasco	CAR	Frente al Hotel Carrasco	34°53'31,0"	56°03'16.7"
Playa Miramar	MIR	Frente a la calle French	34°53'05.7"	56°02'19.0"

Tabla 2.4 Listado de puntos de muestreo de playas en temporada estival

Resultados

Se presentan los estudios de evaluación de los resultados de la temporada estival 2021-2022 (período 15 de noviembre de 2021 al 31 de marzo de 2022). Durante esta temporada se realizaron 47 campañas de extracción de muestras, siendo 37 de ellas en días representativos a las que se agregaron 7 muestreos especiales en playas puntuales.



Días representativos. Medias Geométricas (MG de la temporada⁴ y MG5⁵)

En la tabla 2.5 se muestran los valores de las MG de todos los datos de la temporada para las playas estudiadas. En dicha tabla se observa que ninguna de las playas habilitadas supera el valor de 1000 ufc/100mL (Clase 3 de Decreto 253/79 y modificativos posteriores), ni de 500 ufc/100mL (límite de la Clase 2b para el mismo Decreto). Las playas Puerto del Buceo y Miramar se identifican con color rojo ya que no están habilitadas para baños por la Intendencia de Montevideo desde hace varios años. Esto se debe a que los antecedentes históricos indican que no presentan condiciones homogéneas durante la temporada, pudiendo aparecer eventualmente valores puntuales muy superiores a los límites que indica la reglamentación vigente.

Playa	MG temporada
Punta Espinillo	26
La Colorada	23
Pajas Blancas	60
Zabala	37
Los Cilindros	46
Punta Yeguas	27
Santa Catalina	71
Nacional	64
Cerro	135
Ramírez	95
Pocitos	65
Puerto del Buceo	155
Buceo	97
Malvín	81
Brava	49
Honda	36
Ingleses	52
Verde	44
Mulata	46
Carrasco	172
Miramar	301

Clasificación:



- Playa con aguas aptas para baños
- Playa en alerta por presentar irregularidades en los valores
- Playa no habilitada para baños

Tabla 2.5. Clasificación de las playas de Montevideo y Media Geométrica de la temporada para coliformes fecales (ufc/100 mL).

4 Media Geométrica de todos los valores de la temporada.

5 MG5: Media Geométrica móvil de los últimos 5 registros consecutivos.



En la Figura 3.1 se presenta el gráfico que resume el comportamiento de las playas durante la temporada estival 2021-2022, mostrando el porcentaje de excedencias de las medias geométricas de cinco valores respecto al límite de 1000 ufc/100 mL para coliformes fecales.

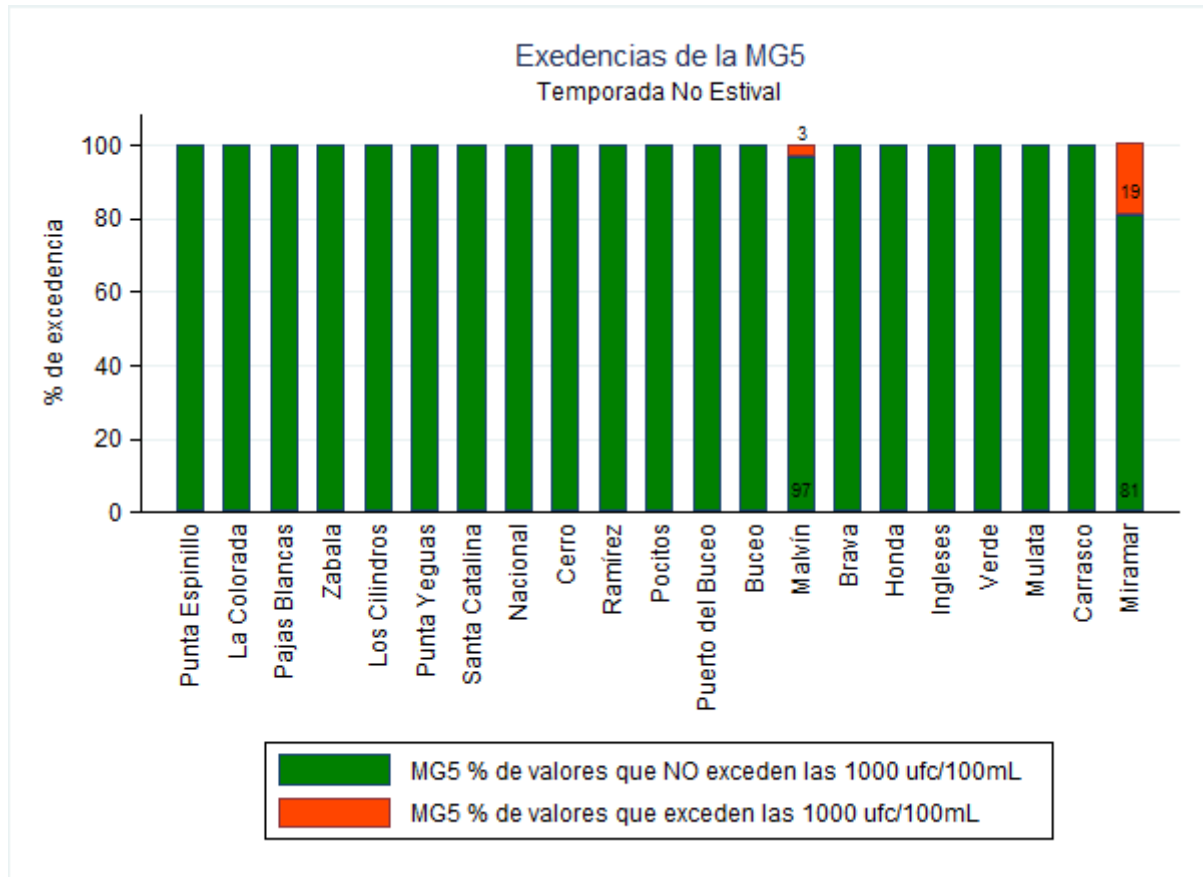


Figura 2.2. Excedencia de las MG5 superiores a 1000 ufc/100 mL en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos, se coloca el valor de porcentaje de excedencias sobre la barra roja.)

Como se observa en la figura, en esta temporada se registraron excedencias de la MG5 en las playas Malvín y Miramar. Como se mencionó antes, la playa Miramar no se encuentra habilitada para baños por la Intendencia de Montevideo.



Excedencias a la MG5 evaluadas según el límite de 500 ufc/100 mL

En la figura 2.3 se muestra un gráfico con los porcentajes de excedencias de las MG5 de coliformes fecales respecto al límite de 500 ufc/100 mL.

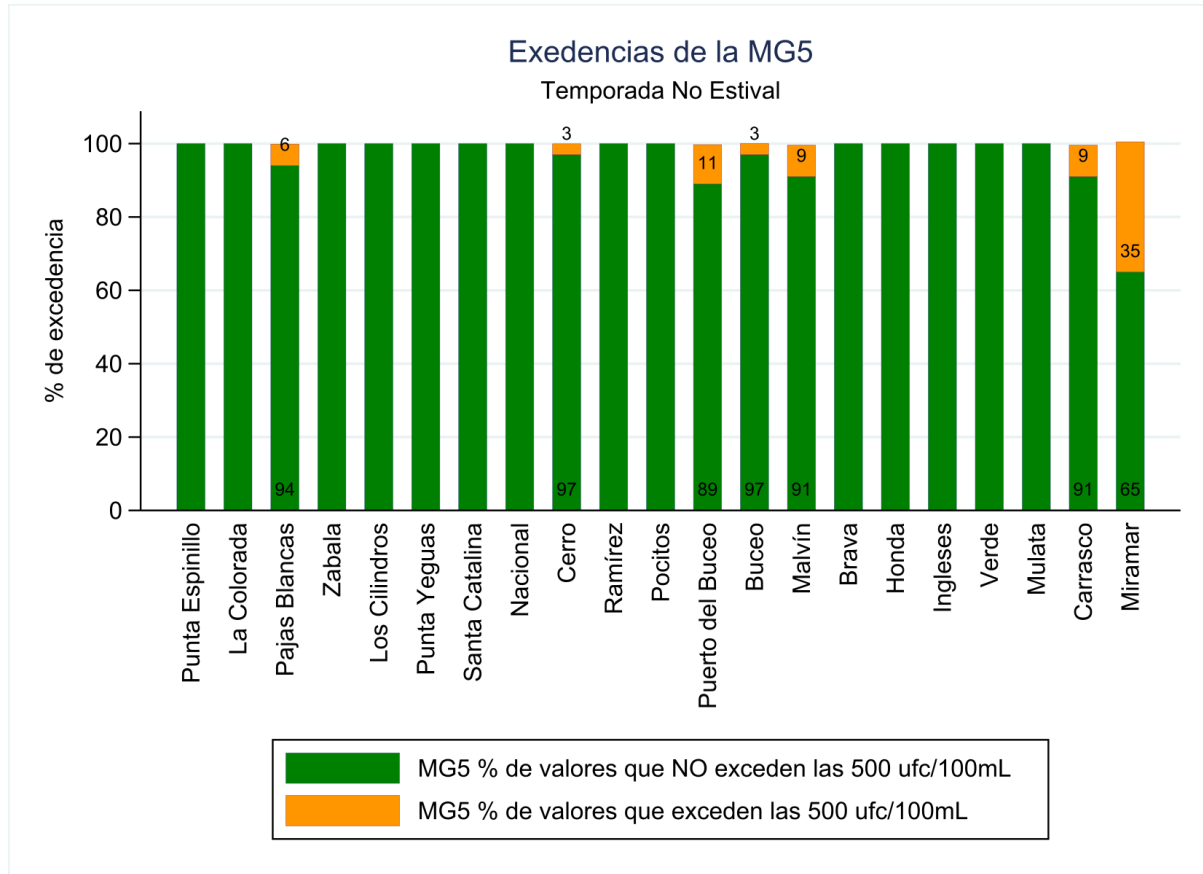


Figura 2.3. Excedencia de las MG5 superiores a 500 ufc/100 mL en las playas de Montevideo. (En caso de registro de valores excedidos se coloca sobre la barra naranja, el valor del porcentaje de excedencia.)

Como se muestra en la figura, al analizar los resultados de la temporada con el límite más estricto para la MG5 vemos que las playas Pajas Blancas, Cerro, Buceo, Malvín y Carrasco presentaron algunas excedencias, además de las playas no habilitadas Puerto del Buceo y Miramar.



Playa Santa Catalina

En noviembre de 2019 se finalizaron las obras de saneamiento que canalizan los aportes de aguas residuales que afectaban a esta playa⁶. Esto permitió habilitarla para su uso recreativo en la temporada estival, luego de haber sido temporalmente inhabilitada durante las temporadas anteriores. A modo de evaluar el comportamiento de esta playa respecto a los años anteriores, realizamos un resumen de datos de las últimas temporadas estivales a partir del 2010 (figura 2.2). El resumen muestra el comportamiento de la salinidad, la media geométrica de todos los valores de la temporada y los porcentajes de excedencias de la MG5 dentro de cada temporada.

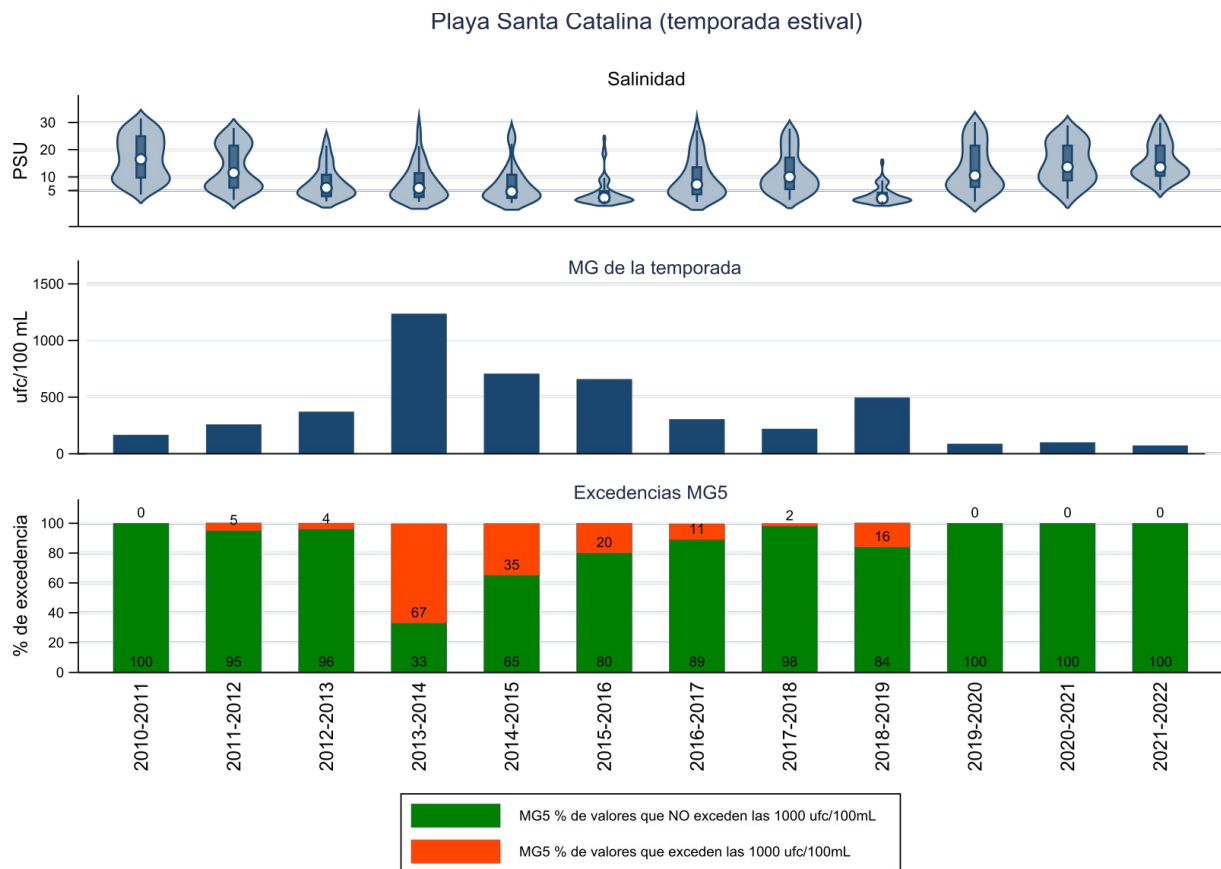


Figura 2.4. Resumen del comportamiento de la playa Santa Catalina en las temporadas estivales a partir de 2010. La Salinidad se representa mediante un gráfico de violín, donde el contorno externo representa la distribución de frecuencia de los datos. Las zonas donde se ensancha el contorno representan una mayor frecuencia de valores en ese rango.

Se destaca que nuevamente esta playa se mantuvo libre de excedencias de la MG5. El comportamiento de salinidad observado en esta temporada fue similar al de la temporada anterior 2020-2021. Si bien esta mejora en la calidad de la playa se continuará evaluando, sin dudas representa un hito muy positivo en el mejoramiento de la calidad de la playa, largamente reclamado por las vecinas y vecinos de la zona.

⁶ Noticia [montevideo.gub.uy: Recuperamos la playa de Santa Catalina](http://montevideo.gub.uy/Recuperamos-la-playa-de-Santa-Catalina)



En el **Anexo** se presentan las tablas con los valores de coliformes fecales para cada una de las playas durante la temporada estival 2021-2022.

Conclusiones

Durante la temporada estival 2021-2022 la calidad de las playas habilitadas se mantuvo dentro de los valores que establece la normativa aunque se registraron algunas excedencias. Respecto a los valores de media geométrica de la temporada, todas las playas estuvieron muy por debajo de los límites de 500 y de 1000 ufc/100 mL. Respecto a la media geométrica móvil de 5 días (MG5), de las playas habilitadas solamente la playa Malvín tuvo una excedencia al límite de 1000 ufc/100mL, lo que representó el 3% de los muestreos. Cuando se analizaron los resultados respecto al límite de 500 ufc/100 mL, las playas Pajas Blancas, Cerro, Buceo, Malvín y Carrasco presentaron excedencias a ese límite y en todos los casos el porcentaje de excedencias estuvo por debajo del 10%.



Evaluación histórica de la calidad de las playas y su correlación con factores climatológicos

A lo largo del tiempo se ha observado que los valores de coliformes fecales presentes en playas guardan relación con factores climáticos. A modo de ejemplo se presenta el comportamiento de la playa Pocitos (MG de todos los valores del mes de enero) desde 1992 hasta 2022. Junto a los datos de media geométrica de todos los valores del mes de enero se grafican los valores de intensidad de los fenómenos El Niño/La Niña en los mismos períodos. (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>). En el capítulo 3 se brindan más detalles sobre las causantes de estos fenómenos y se analizan sus efectos sobre otras variables de la costa de Montevideo.

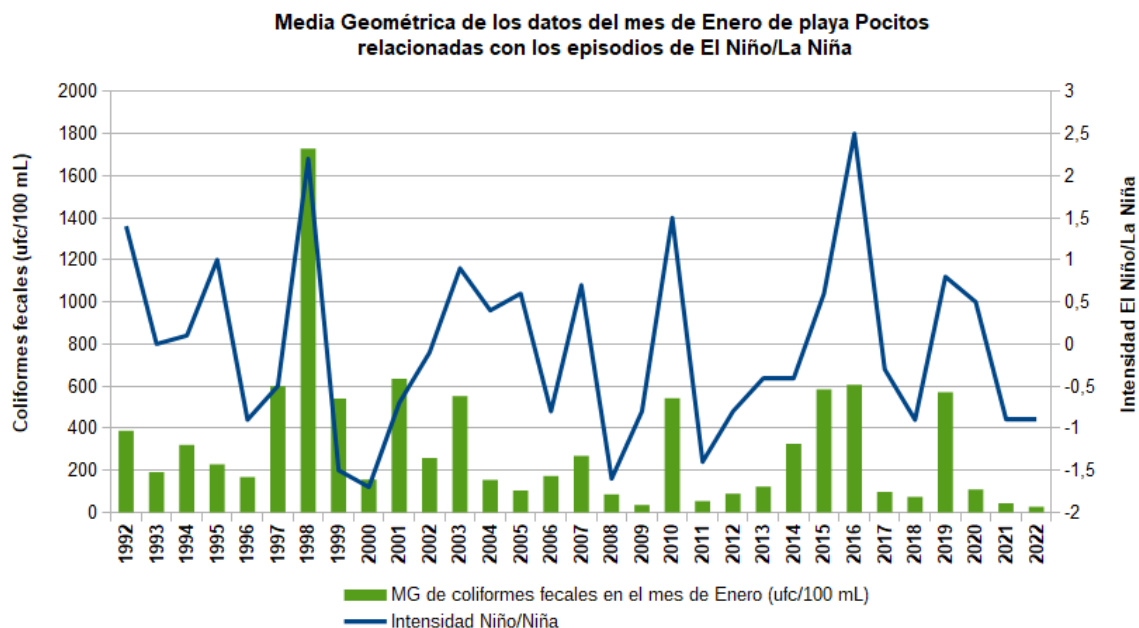
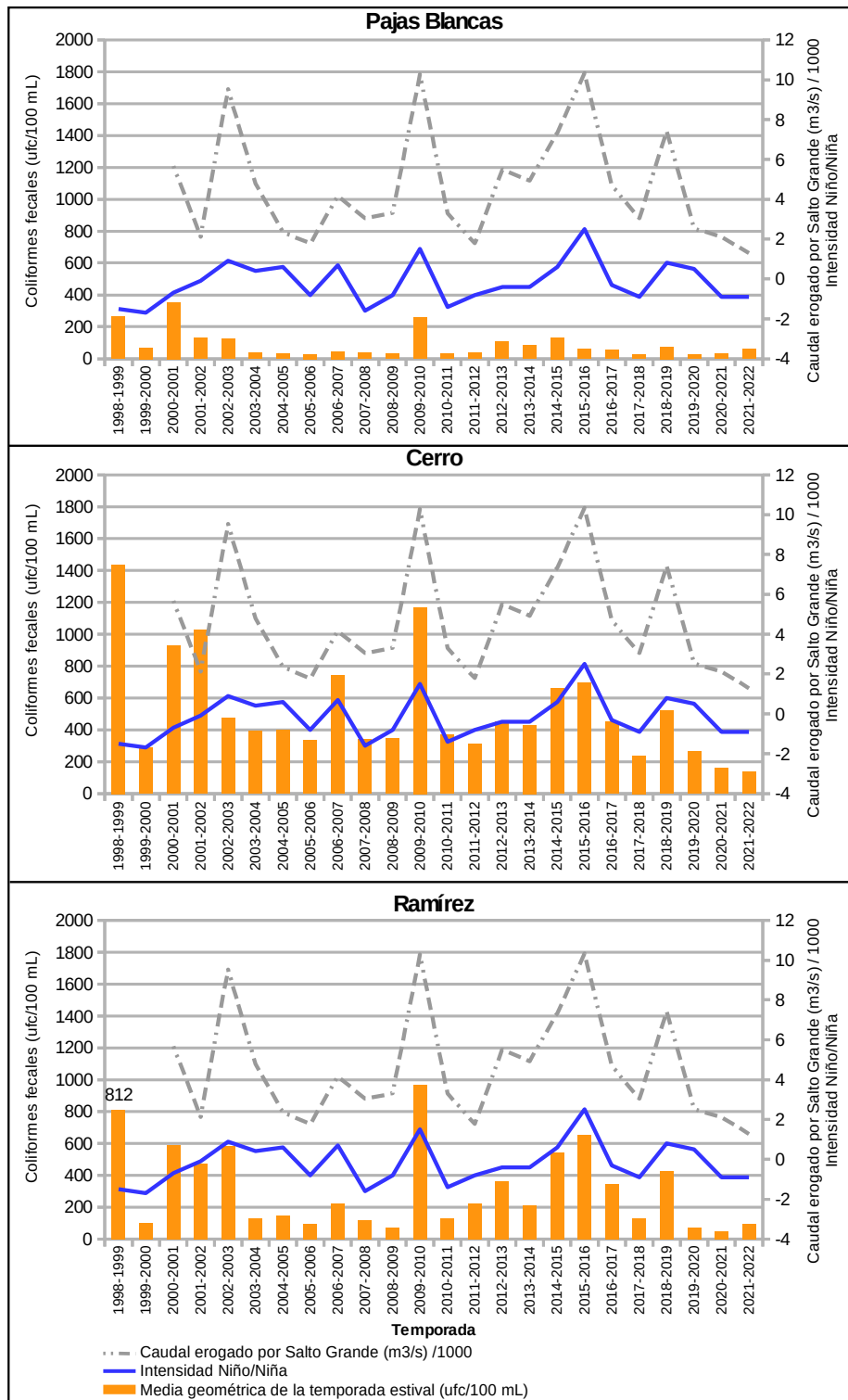
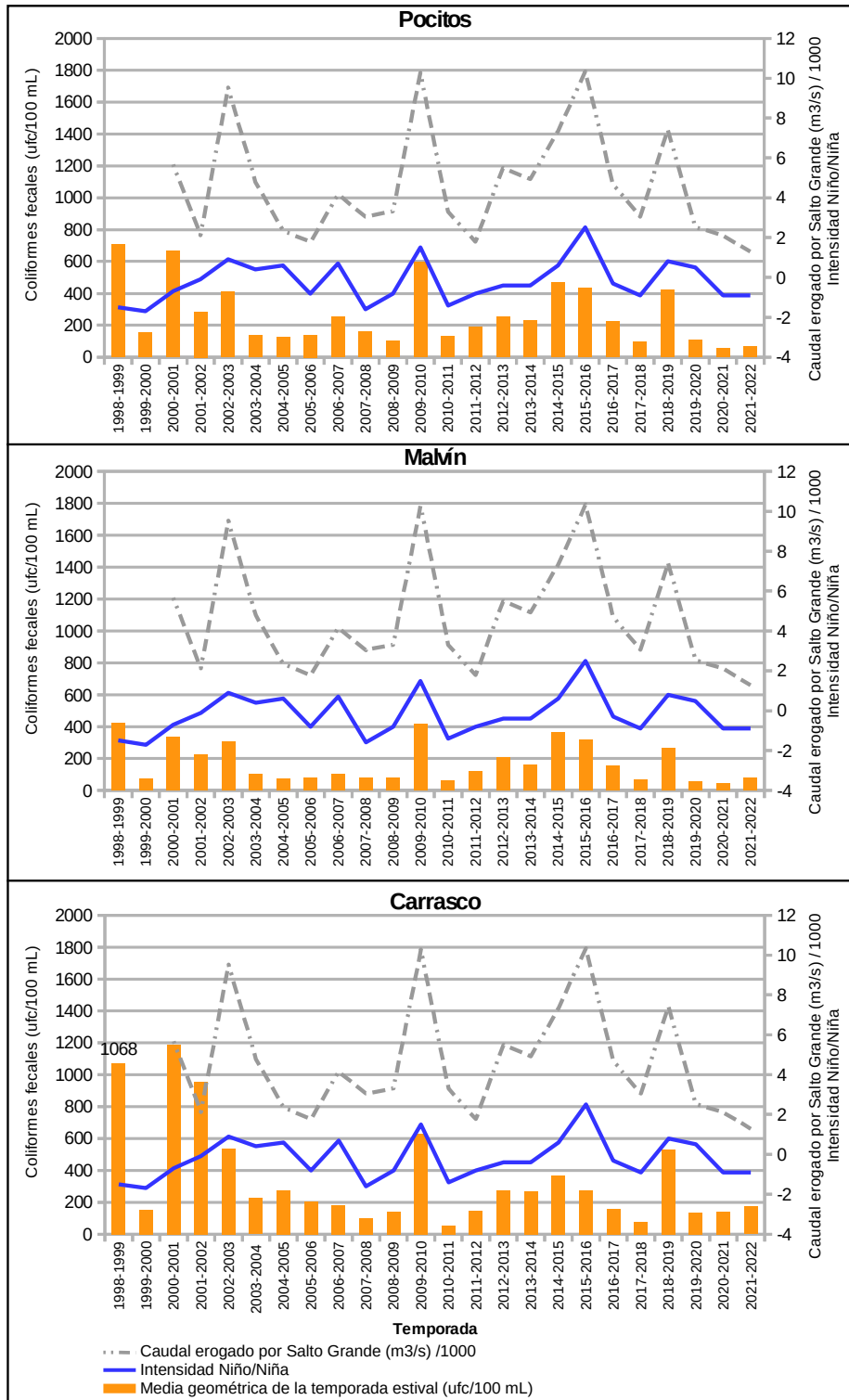


Figura 2.5 Media geométrica de la temporada en la playa Pocitos en relación con la intensidad El Niño/La Niña⁷. Los valores positivos de este índice corresponden a El Niño, y los valores negativos a La Niña.

La figura 2.5 representa la media geométrica de todos los días del mes de enero en cada temporada para la playa Pocitos. Se toma esta playa como ejemplo por ser una de las que tiene un aliviadero del sistema de saneamiento costero en uno de los extremos. Al observar la figura se puede establecer que en ocurrencia de fuertes episodios de El Niño estas concentraciones aumentan. Además en las figuras 2.6 a 2.11 podemos ver que este comportamiento se repite, con algunas diferencias, al considerar la media geométrica de toda la temporada en playas representativas de toda la costa, y su correlación con las variaciones de caudales erogados por la represa de Salto Grande.

⁷ Oceanic Niño Index (ONI) para el trimestre EFM, fuente de datos www.noaa.gov





Figuras 2.6 a 2.11- Medias geométricas de temporadas estivales en comparación con la intensidad del Niño/Niña⁸ y los caudales erogados en la represa de Salto grande.

8 Oceanic Niño Index (ONI) para el trimestre EFM, fuente de datos www.noaa.gov.



Conclusiones

Los niveles de concentración de coliformes fecales en las playas varían en forma importante de una temporada a otra y que están influenciados por los caudales que aporta el Río Uruguay y relacionados con las variaciones de intensidad de El Niño y de La Niña.

En las figuras se ve que los valores de media geométrica elevados están asociados generalmente a la ocurrencia de El Niño, mientras que los más bajos se dan cuando se presenta La Niña. Durante la ocurrencia del primero se registran habitualmente precipitaciones abundantes en las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay que son afluentes importantes del Río de la Plata, ocasionando que el frente salino se corra hacia el este. Debido a esto sobre la costa de Montevideo el Río de la Plata presenta menores valores de salinidad y mayores turbiedades: ambos factores que inciden en el decaimiento bacteriano. Por el contrario en episodios de La Niña es habitual que se presenten condiciones de sequía con intrusión de agua salina en el estuario lo que contribuye a disminuir los valores de coliformes fecales.

En enero de 2019, si bien el fenómeno de El Niño fue de intensidad media, hubo otros fenómenos locales que contribuyeron a las precipitaciones y aumento del caudal de los ríos Paraná y Uruguay.

Se destaca que en la temporada 2015-2016 a pesar de haber ocurrido un evento El Niño de similar intensidad que en 1997-1998 las concentraciones de coliformes fecales en las playas no alcanzaron los valores anteriores. Esta diferencia se puede explicar por los trabajos que la Intendencia de Montevideo realizó de refuerzo del Sistema Costero de Saneamiento que implicaron entre otros: ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo de Punta Carretas, ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo Colombes, ampliación de la capacidad de la Estación Punta Gorda, construcción de un aliviadero al este de la Estación de Bombeo Colombes, refuerzo del Interceptor Costero aguas arriba de la Estación Punta Gorda y ampliación de la capacidad de la Estación de Bombeo Buceo. Todo esto permitió disminuir los vertimientos a la costa. Se observa además que esta diferencia no es de la misma magnitud en las playas del Cerro y Pajas Blancas donde no hay un interceptor costero que conduzca los efluentes o alivie los mismos en ocurrencia de precipitaciones.



Bibliografía

American Public Health Association (APHA) (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd edition. APHA, AWWA, WPCF, 2017.

DINACEA, 2021. Guía para definir la aptitud y la categorización de las playas. https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-GUIA-APTITUD-Y-CATEGORIZACION-DE-LAS-PLAYAS_V2-03.12-2021_2.pdf

GESTA-Agua (2008). Propuesta de modificación del Decreto 253/79. Normas reglamentarias para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. Versión consolidada setiembre 2008.

OMM (Organización Meteorológica Mundial). WMO El Niño/La Niña Updates Archive. <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/el-ni%C3%B1o-la-ni%C3%B1a-update>.



3. Monitoreo de cianobacterias tóxicas período estival

Introducción

Las cianobacterias poseen características comunes a las bacterias y a las algas, siendo algunas especies de cianobacterias capaces de generar potentes toxinas que pueden afectar a diferentes organismos vivos, incluyendo a los seres humanos. El crecimiento explosivo de estas cianobacterias se produce, entre otros lugares, a lo largo de la cuenca del Río de la Plata (Ríos Uruguay, Paraná y Negro) y alcanzan las playas de Montevideo principalmente en verano. En nuestras costas aparecen principalmente especies del género *Microcystis* que producen una coloración verde en el agua. Si bien son organismos unicelulares (miden entre 3 a 7 micras), pueden formar colonias que se ven a simple vista. Otra de sus características es la capacidad para flotar, lo que hace que sean transportadas por el viento, acumulándose en zonas protegidas como ensenadas, remansos, bahías etc.

Desde el verano 2001, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental inició el monitoreo de las mismas en las playas de Montevideo en el período estival (entre el 15 de noviembre y el 31 de marzo). Este monitoreo tiene por objetivo realizar el seguimiento de la presencia de floraciones tóxicas así como cualquier otro tipo de situación que pueda alterar la calidad del agua (cambios de coloración, mal olor, presencia de peces muertos, entre otros).

En este capítulo se expone la dinámica de monitoreo de las cianobacterias y sus resultados, así como los resultados obtenidos en los análisis de variables fisicoquímicas y ambientales, que influyen directa o indirectamente en la evolución espacial y/o temporal del fenómeno de las floraciones.

Metodología del monitoreo

Registro visual

Acoplado al monitoreo microbiológico de aptitud para baños, se lleva a cabo un registro visual en las 21 playas desde Punta Espinillo hasta Miramar. El mismo consiste en asignar una categoría a cada playa de acuerdo a tres categorías visuales definidas según la presencia de cianobacterias. Este registro fue diseñado como un criterio práctico y sencillo para detectar en tiempo real y a simple vista las diferentes situaciones en cuanto a la concentración de colonias de cianobacterias observadas en las playas.

- **Ausencia de floraciones (situación 0):** no se detectan colonias en el agua.
- **Presencia sin espuma / floración incipiente (situación 1):** la concentración de colonias es baja y se encuentran dispersas, no observándose a simple vista desde lejos pero sí al acercarse al agua.
- **Espuma cianobacteriana / floración desarrollada (situación 2):** la concentración de colonias de cianobacterias es muy alta y aparecen zonas de color verde en el agua, pudiéndose observar a simple vista desde la lejos.



Figura 3.1 FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS – ESTADÍOS-0-1-2 . <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Cartilla%20Floraciones%20Cianobacterias.pdf>. Imágenes: Guillermo Cervetto

Como surge de la evaluación realizada en colaboración con la cátedra de Inmunología de la Facultad de Química - Universidad de la República, y que fue publicada en el año 2013 (Pirez et al, 2013), la metodología de registro visual implementada en este Servicio desde la temporada 2000-2001 ha demostrado ser una herramienta eficaz y sensible para detectar condiciones de niveles de toxinas asociados a un riesgo alto de posibles efectos sobre la salud. La clasificación visual, junto con otros indicadores ambientales, también permite interpretar la magnitud o la tendencia en el tiempo de la presencia de cianobacterias en las costas del Río de la Plata.

Asociado a esta metodología se encuentra el uso de la bandera sanitaria que los guardavidas están habilitados a colocar (Resolución N° 1324/10) cuando detectan la presencia de acumulaciones de cianobacterias (espuma cianobacteriana) y otros eventos que puedan implicar un riesgo sanitario, como se describió en el Capítulo 1. Se destaca que los funcionarios del Servicio de Guardavidas de la Intendencia de Montevideo, han recibido capacitación en el reconocimiento y la identificación del fenómeno impartido por funcionarios del Servicio ECCA especializados en el tema. Con el paso de los años esta bandera también se ha implementado en otras intendencias.

La metodología de registro visual de cianobacterias, así como la colocación de la bandera sanitaria, fue reconocida en la última edición de la OMS *Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management* (2021) páginas 811 a 813.



A su vez, es importante resaltar que en diciembre de 2013 se conformó una Red de Monitoreo de Playas integrada actualmente por las intendencias de Canelones, Cerro Largo, Colonia, Florida, Lavalleja, Maldonado, Montevideo, Paysandú, Río Negro, Rocha, Salto, San José, Soriano y Treinta y Tres, coordinada por la DINACEA (anteriormente DINAMA) desde su División Calidad Ambiental. A fines de 2016 se integra la Intendencia de Soriano y en el 2021 la Intendencia de Cerro Largo con sus programas de playas interiores. Dicha Red fue consolidada en un convenio con la IM mediante la resolución N° 804/18 y apunta a fortalecer la coordinación interinstitucional entre las intendencias y la DINACEA con varios productos finales como ser: creación de un Protocolo Nacional de actuación frente a la ocurrencia de floraciones de cianobacterias, creación de una aplicación dentro del Observatorio Ambiental en donde se puede observar a tiempo real las playas en el Uruguay que tienen bandera sanitaria <https://www.ambiente.gub.uy/oan/banderas-sanitarias/> y la generación de un Informe de evaluación (Red de Monitoreo de playas) con los datos aportados por las Intendencias y cargados en el Sistema de Información Ambiental de la DINACEA (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>) entre otros.

Monitoreo de rutina

Una vez por semana se determinan parámetros fisicoquímicos y clorofila *a* en seis playas (Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvín y Carrasco) elegidas de forma tal que representen la costa de Montevideo en su totalidad. Por otro lado, cada 15 días también se determinan Fósforo Total, PO₄ y Nitrógeno Total. Además, se realiza un monitoreo selectivo para determinar la concentración de cianotoxinas (microcistinas) tomando muestras (si corresponde) de las tres condiciones de floración mencionadas anteriormente.

Monitoreo de alerta

Este control implica intensificar (en los sitios donde se considere estratégico y en la medida que la logística lo permita) los análisis de clorofila *a*, microcistinas, nutrientes y parámetros físico-químicos en agua en las playas donde aparecen cianobacterias o donde se considere necesario.

Variables descriptivas

Como herramientas de evaluación se utilizan algunas variables que ayudan directa o indirectamente a comprender y describir la dinámica de las cianobacterias en el ambiente receptor.

Clorofila *a*: Es el pigmento fotosintético presente en las plantas y el fitoplancton (algas microscópicas y cianobacterias). Se utiliza como indicador global inespecífico de la concentración de fitoplancton.

Microcistinas: son una familia de hepatotoxinas producidas por algunos géneros de cianobacterias cuya presencia se ha reportado en el Río de la Plata. Si bien existen muchas variantes reportadas para la familia de las microcistinas, la variante LR es la más relevante debido a su toxicidad y es la que se determina en los ensayos de este informe.



Fósforo Total, Ortofosfato, Nitrógeno Total y otros parámetros físico-químicos: (salinidad, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez) son determinaciones analíticas complementarias para caracterizar el ecosistema.

Normativa y guías de referencia

Para la evaluación de los parámetros Fósforo Total, Oxígeno Disuelto, pH y Turbidez se utiliza la reglamentación vigente aplicada por la DINACEA según el Decreto 253/79, que caracteriza a las playas como clase 3 (cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km²)⁹. La variable Nitrógeno Total (NT) se evalúa de acuerdo a la Mesa Técnica de Agua (MTA, 2017) para sistemas lóticos (no hay normativa para estuarios).

Para la evaluación de la clorofila *a* y microcistinas se utilizan los valores guía provisionales de la Organización Mundial de la Salud de 2020 (WHO 2020) que reemplazan los niveles de orientación de 1999. En la reciente edición de Chorus & Welke (2021) además se propone un Marco de Niveles de Alerta (árbol de decisiones) para evaluar la exposición en aguas de uso recreativo. En el mismo se agregan distintas opciones para el monitoreo (visual o en laboratorio) ante cada nivel de alerta y se describen las acciones de prevención frente a la presencia de cianobacterias tóxicas en cuerpos de agua de uso recreativo. Cabe destacar que estos niveles de alerta y las acciones propuestas coinciden con las tres categorías de evaluación visual actualmente en uso por la Intendencia de Montevideo.

Parámetro	Unidad	Normativa			Referencia
		Valor/Categoría			
Fósforo Total	mg/L	Máx. 0.025			Decreto 253/79
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5.0			
pH	-	6.5 – 8.5			
Turbiedad	NTU	≤50			
		Bueno	Aceptable	No Aceptable	
Nitrógeno Total	mg/L	≤0.65	0.66-1.00	>1.00	Mesa Técnica de Agua – Sistemas Lóticos (MVOTMA DINAMA 2017)
		Vigilancia	Alerta 1	Alerta 2	
Clorofila <i>a</i>	µg/L	3-12	12-24	-	Chorus y Welke 2021
Microcistinas	µg/L		≤24	>24	WHO, 2020

Tabla 3.1. Normativas y referencias utilizadas

⁹ <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>



Es importante destacar que en cuerpos de agua como el Río de la Plata en su condición de estuario, la concentración de clorofila no está exclusivamente vinculada con las floraciones de cianobacterias, por lo que estos valores guía deben ser interpretados con sus limitaciones. Es más, en Chorus y Welke (2021) se aclara que para usar la concentración de clorofila como método de monitoreo se debe acompañar de una evaluación cualitativa para determinar la predominancia de cianobacterias en la muestra y además que el valor guía propuesto es altamente conservador, ya que la relación entre concentración de toxina y clorofila suele ser inferior a 1. De todas maneras el valor de concentración de clorofila es un indicador relevante para evaluar el estado del sistema en el tiempo.

Metodología analítica

Clorofila a: Se realiza según el procedimiento espectrofotométrico 10200 H del “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA-AWWA-WEF 23st Ed. 2017) y los resultados se expresan en µg/L.

Microcistinas: Se analizan por inmunoensayo ELISA de inhibición utilizando un anticuerpo policlonal contra microcistina LR, en colaboración con las Áreas Inmunología y Bioquímica de la Facultad de Química, Universidad de la República (Pirez *et al.*, 2013), (Brena *et al.*, 2016).

Salinidad: Se realiza según el método 2520 B *Electrical Conductivity Method*, utilizando la escala práctica de salinidad (PSU por su sigla en inglés) (APHA-AWWA- WEF 23st Ed. 2017).

Turbiedad: Se realiza por el método nefelométrico 2130 B. Los resultados se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) (APHA-AWWA- WEF 23st Ed. 2017).

Fósforo total y Ortofosfato: Valderrama J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry* 10:1009-1022. - *Standard Methods for the Examinations of Water & Wastewater*. 22nd Ed. (2012). Método 4500-P E.

Nitrógeno total: Valderrama J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry* 10:1009-1022. - Kalff J. & Bentzen E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41 : 815-819.

Resultados en el período 15 de noviembre de 2021 - 31 de marzo de 2022

Registro visual

La presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo varía en función de diferentes condicionantes zonales y regionales, las cuales generan un cambio en la frecuencia de la aparición de espuma cianobacteriana año a año.

En esta temporada no se registró ninguna situación tipo 2 (espuma cianobacteriana) durante los muestreos. Se observaron tan solo tres días con presencia (situación 1) el 4 de enero, 16 y 28 de marzo.

De los 47 muestreos realizados, el 93,6% de los días correspondió a la situación 0 (“Muestreos sin floraciones”) y el 6,4% a situación 1 (“Muestreos con presencia sin espuma”) (Figura 3.1).



Los registros de situación 1 correspondieron a las playas: La Colorada, Pajas Blancas, Zabala, Los Cilindros, Pocitos, Malvín, Carrasco y Miramar.

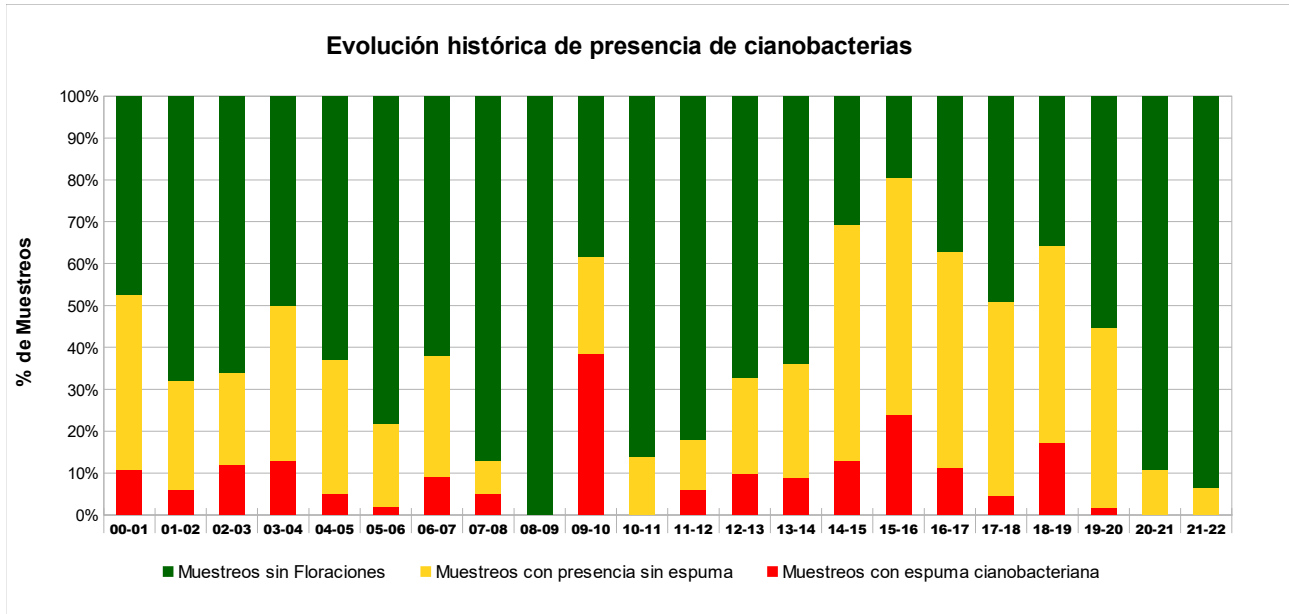


Figura 3.1. Resultados del registro visual de presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo, evolución histórica. Los resultados de la temporada 2021-2022 se encuentran a la derecha.

Bandera Sanitaria

Los registros de bandera sanitaria son llevados a cabo por el Servicio de Guardavidas de la División Salud y proveen información complementaria al registro visual realizado en los muestreos debido a que se realiza los siete días de la semana desde las 8:00 am hasta las 20:00 pm. Dicha información puede ser visualizada por el usuario en <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/cultura-y-tiempo-libre/playas>.

En toda la temporada, la bandera se colocó un total de 34 días, 18 por lluvias, 2 por cianobacterias, 3 por medusas (Fragatas Portuguesas), 6 por vertimiento de cañadas, 2 por hidrocarburos y 3 por basura-resaca (información aportada por el Servicio de Guardavidas).

El 27/3/2022 dicho Servicio registró una floración cianobacteriana en playa Ramírez, de la cual se obtuvo una muestra y se envió a analizar al LATU para identificar y cuantificar las especies presentes. El resultado fue 30.607.798 células/mL *Microcystis flos-aquae*.



Parámetros biológicos y fisicoquímicos

Clorofila a

Se realizaron un total de 111 análisis de clorofila a de los cuales 108 correspondieron a muestras “sin floraciones” y 3 a muestras con “presencia sin espuma”. (Tabla 3.2).

Muestreo	N	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
Ausencia	108	8	6,7	0,5	26,7
Presencia	3	7,7	3,6	2,7	16,9
Espuma	0	0	0	0	0

Tabla 3.2 Valores de clorofila a ($\mu\text{g/L}$) en muestras correspondientes a las tres condiciones de monitoreo (Muestras sin floraciones, Muestras con presencia sin espuma y Muestras con espuma cianobacteriana). N (número de análisis).

El máximo de $26,7 \mu\text{g/L}$ alcanzado en la categoría ausencia indica que se pueden detectar concentraciones de clorofila sin presencia de cianobacterias, probablemente debido a la presencia otro tipo de algas. En la figura 3.2 se muestran las distribuciones de los valores de concentración de clorofila a en las seis playas de referencia, agrupadas según las situaciones 0, 1 o 2.

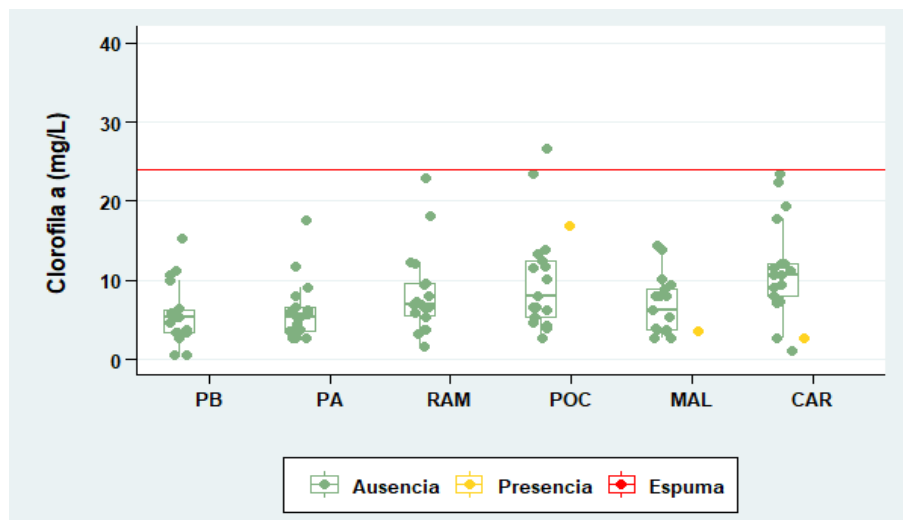


Figura 3.2. Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), y Carrasco (CAR) en situaciones 0 (AUSENCIA) y 1 (PRESENCIA). La línea roja indica el límite para el Nivel de Alerta 2 de $24 \mu\text{g/L}$ según la OMS (Chorus y Welke 2021). En todos los casos las cajas rectangulares representan el rango intercuartil desde el 25 al 75% de los datos y las líneas verticales se extienden hasta 1,5 veces la amplitud del rango intercuartil superior o inferior a partir de la mediana. La línea horizontal representa la mediana de los datos.



Microcistinas

Se realizaron un total de 30 análisis, de los cuales 27 correspondieron a muestras de categoría Ausencia y 3 a categoría Presencia (Tabla 3.3). En todos los casos las determinaciones estuvieron por debajo del límite de detección (0,3 µg/L). Algunas muestras con salinidad alta requirieron ser diluidas para su procesamiento, por lo que su resultado es no cuantificable en el rango 0,3-0,5 µg/L y se expresa como inferior a 0,5 µg/L.

Categoría visual	Número de análisis	Inferior a 0,3 µg/L	Inferior a 0,5 µg/L
Ausencia	27	17	10
Presencia	3	3	0
Espuma	0	0	0

Tabla 3.3. Determinaciones de microcistina en muestras correspondientes a las tres condiciones de monitoreo (Muestreos sin floraciones, Muestreos con presencia sin espuma y Muestreos con espuma cianobacteriana). Los valores inferiores a 0,3 µg/L se encuentran por debajo del límite de detección del método y los valores inferiores a 0,5 µg/L son no cuantificables en el rango 0,3-0,5 µg/L.

Nutrientes: Fósforo Total, Ortofosfato, Nitrógeno Total.

La principal causa del enriquecimiento por nutrientes en los estuarios y las aguas costeras es el ingreso de agua dulce con nitrógeno (N) y fósforo (P) en su camino hacia el mar y por insumos directos que generan los sistemas de mareas (fuente: EPA 2001).¹⁰

Los nutrientes, Fósforo Total, Ortofosfato y Nitrógeno Total, son dos de los factores que influyen directamente en el crecimiento explosivo de las cianobacterias. Asimismo, el oxígeno, la salinidad, el pH, la turbidez y la temperatura son parámetros que sirven para complementar la evaluación a nivel ecosistémico en su totalidad.

Fósforo Total

El aumento de la carga de nutrientes en los sistemas acuáticos genera un marcado incremento de la abundancia de productores primarios, o sea plantas acuáticas, algas y/o cianobacterias. Estas cargas son evaluadas a partir del principal indicador utilizado hoy en día, el Fósforo Total.

El fósforo, al igual que el nitrógeno, es el principal factor limitante de la productividad de los seres vivos que habitan en el medio acuático y es el principal responsable de la eutrofización de los ecosistemas.

¹⁰ <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-10/documents/nutrient-criteria-manual-estuarine-coastal.pdf>



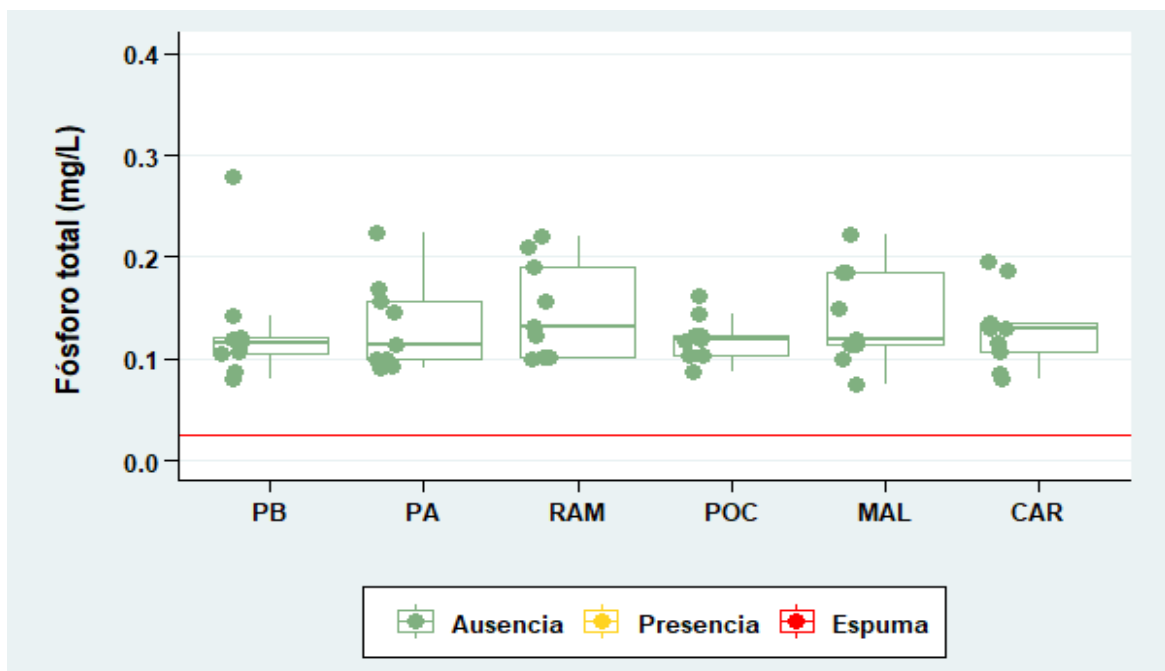
PO₄⁻³ (Ortofosfato)

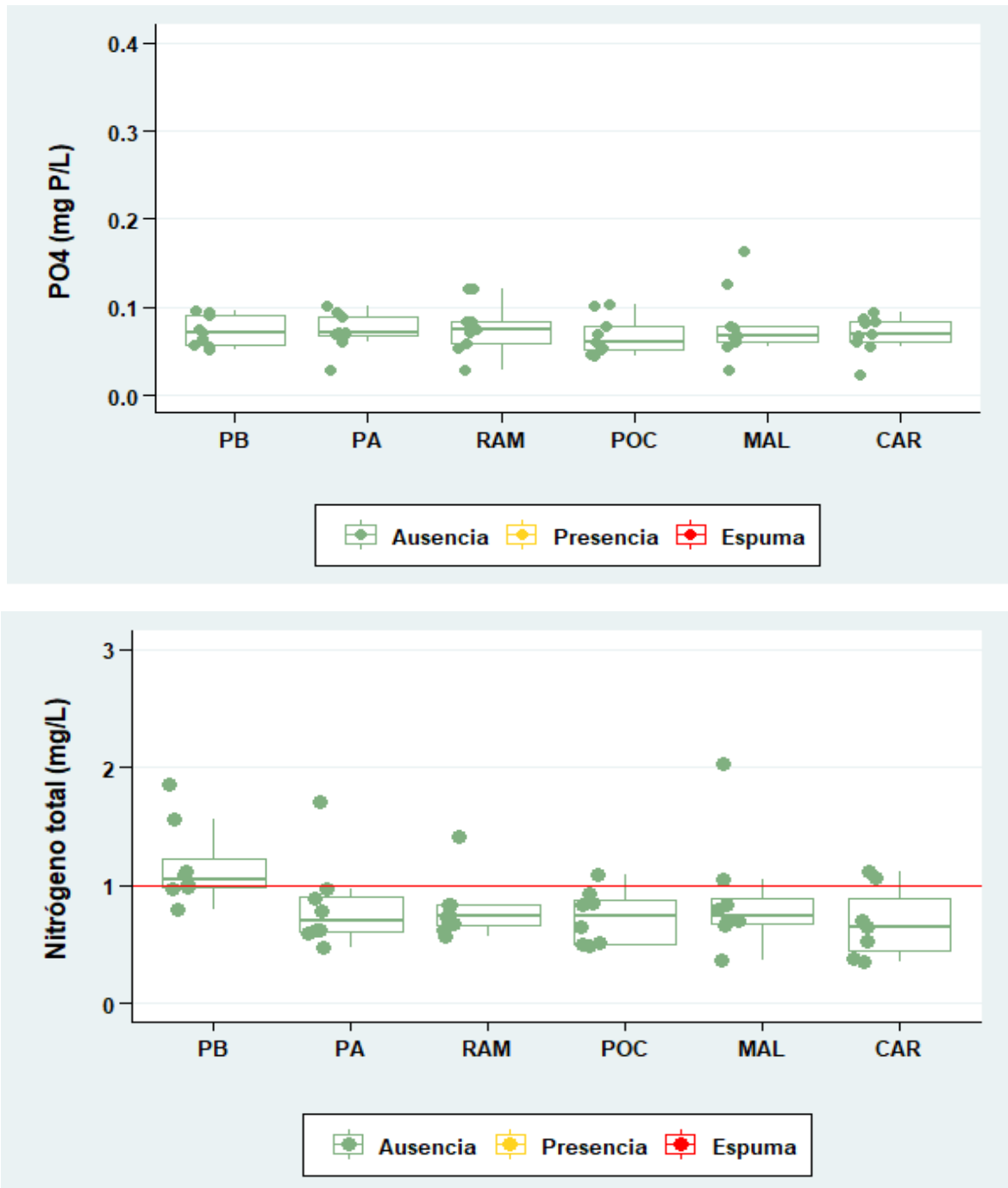
Históricamente, el fósforo reactivo soluble (SRP) – ortofosfato- es la fracción de Fósforo Total que está directamente disponible para ser absorbida por las cianobacterias y algas. El reciclaje de estas moléculas dentro de las comunidades de plancton es muy rápido y una vez liberado es consumido rápidamente e incluso puede ser almacenado y luego utilizado durante varias divisiones celulares. Si se logra detectar en los análisis implica que hay fósforo disponible para ser consumido directamente por la comunidad de microalgas.

Nitrógeno Total

El nitrógeno es uno de los principales componentes de la vida acuática (principalmente para las algas y plantas) y se encuentra presente bajo diferentes formas (NH₄, NH₃, NO₂ y NO₃). En bajas concentraciones puede actuar como limitante para la vida y en exceso puede ser perjudicial para el equilibrio del ambiente. Ingresa al medio acuático de forma natural por las lluvias y el aire, mediante aportes difusos (escorrentía, arrastre de materia orgánica del suelo) o de forma antropogénica por aportes puntuales (efluentes domésticos, industriales, etc).

Es un indicador ampliamente utilizado en ambientes acuáticos ya que refleja la suma de todas las formas del nitrógeno. Al no encontrarse contemplado en el Decreto 253/79 utilizamos como guía el límite propuesto por la Mesa Técnica del Agua (2017).





Figuras 3.3. a 3.5. Nutrientes en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL), y Carrasco (CAR) en la temporada 2021-2022.

- Fósforo total. La línea roja indica el límite normativo del Decreto N° 253/79 de 0,025 mg P/L.
- PO₄ (Ortofosfato)
- Nitrógeno total. La línea roja indica el límite de 1,0 mg /L según Mesa Técnica de Agua (MVOTMA-DINAMA-MTA. 2017).



Parámetros fisicoquímicos

Oxígeno Disuelto y temperatura

La mayoría de los valores de Oxígeno disuelto registrados se ubican dentro de los niveles aceptables para este sistema estuarino (entre 5 y 10 mg/L) (Figura 3.6). Los valores de temperatura registrados al momento de la toma de muestra se muestran en la figura 3.8.

Salinidad

Si bien la salinidad se mide en todas las playas, se presentan datos de 6 sitios representativos distribuidos a lo largo de la costa de Montevideo. Como es de esperar, se observa un incremento de la salinidad desde las playas ubicadas al oeste de Montevideo hacia el este (desde Pajas Blancas a Carrasco). (Figura 3.7). El mínimo fue registrado en la playa de Pajas Blancas con un valor de 3,6 y el máximo en Ramírez con 31,3.

Esta temporada se caracterizó nuevamente por una fuerte influencia de agua salada, con un promedio general de 18 al igual que el verano pasado, sin embargo no se superó el promedio alcanzado en el verano 2010-2011, que fue de 19 (Figura 3.12).

Turbiedad

La turbiedad del Río de la Plata suele ser elevada debido a que los sedimentos presentan un alto contenido de limo que se resuspende fácilmente en la columna de agua.

La mediana de los valores observados para todas las playas estuvo por debajo del límite establecido en el Decreto N° 253/79 y modificativos para la clase 3, que establece 50 NTU como máximo. De todas formas, en todas las playas se excedió en algún momento este valor. En el Río de la Plata se supera fácilmente este límite debido a la acción de los vientos, principalmente del sur que moviliza fácilmente los sedimentos (Figura 3.9).

pH

Casi todos los valores de pH se encontraron dentro de los límites establecidos en el Decreto N° 253/79 y modificativos para la clase 3, que se ubican entre 6.5 y 8.5. Se registraron valores por encima de ese rango en las playas del Cerro (un valor) y Ramírez (dos valores) (Figura 3.10).

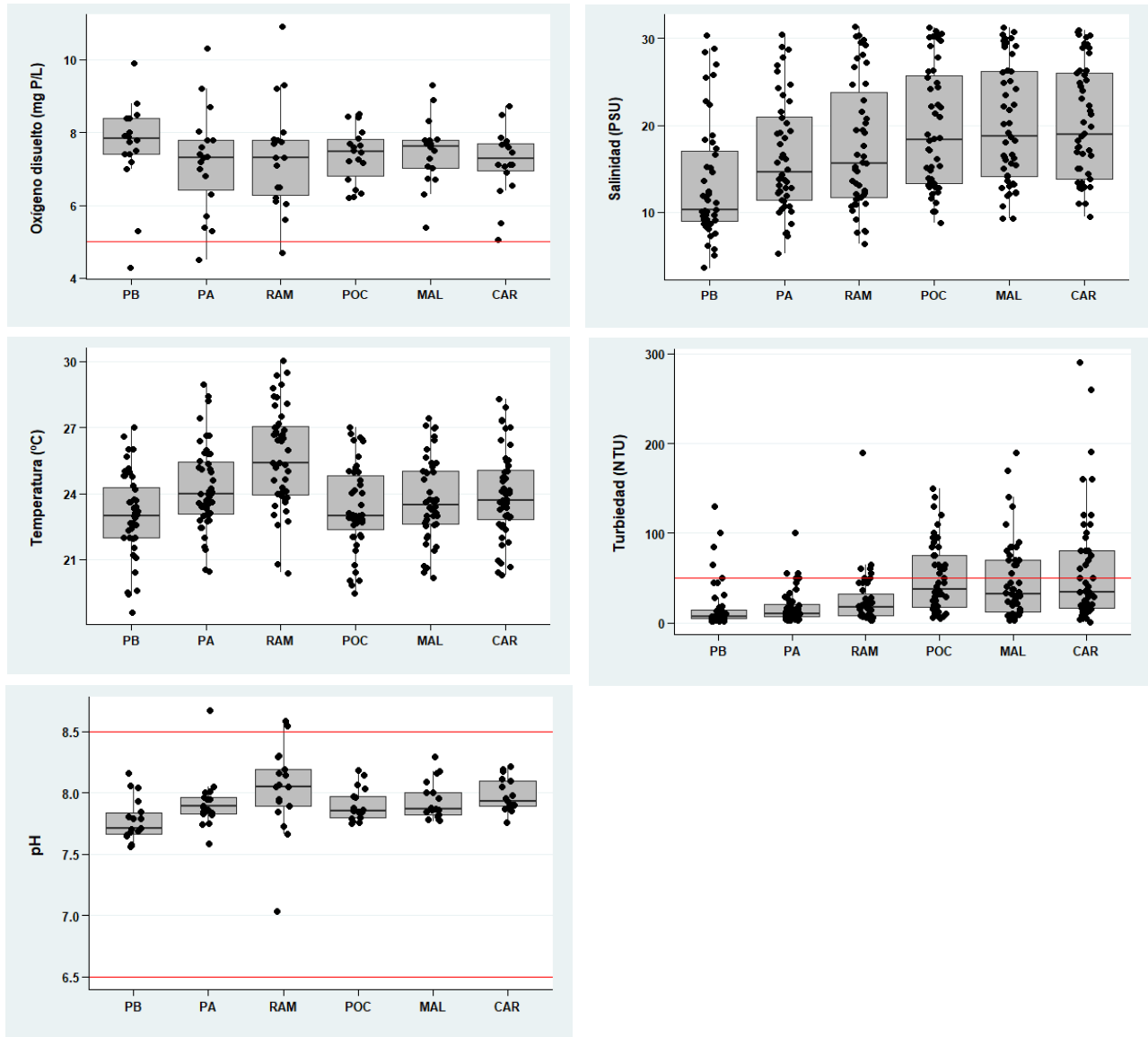


Figura 3.6 a 3.10. Parámetros fisicoquímicos en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR).

- Oxígeno Disuelto. La línea roja de referencia indica el límite normativo (Clase 3, Decreto N° 253/79 y modificativos): mayor a 5,0 mg/L.
- Salinidad.
- Temperatura.
- Turbiedad. La línea roja de referencia indica el límite normativo (Clase 3, Decreto N° 253/79 y modificativos): 50 NTU.
- pH. Las líneas rojas marcan los límites normativos (Clase 3, Decreto N° 253/79 y modificativos): entre 6,5 y 8,5.



Fenómeno de El Niño-La Niña, descarga del Río de la Plata, salinidad y cianobacterias

El fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENSO por su sigla en Inglés) influye fuertemente sobre la cuenca y la costa del Río de la Plata. Esta oscilación se expresa como un calentamiento o enfriamiento de las aguas superficiales de la parte central y oriental del Océano Pacífico Ecuatorial. Esto a su vez produce cambios atmosféricos que afectan al régimen meteorológico en una gran parte del Océano Pacífico y el continente americano, lo que en consecuencia afecta a nuestra región. En Uruguay y en la región esta oscilación afecta el régimen de lluvias. Durante su fase de calentamiento (denominada El Niño) se intensifica el régimen de lluvias y, por el contrario, durante la fase de enfriamiento (La Niña) provoca sequías. Estos cambios producen fuertes variaciones en la descarga del Río de la Plata y consecuentemente modifican la presencia de cianobacterias, la salinidad, turbidez y carga de nutrientes en la costa de Montevideo.

En la Figura 3.11 se muestra un gráfico que relaciona la frecuencia de detección de espuma cianobacteriana, la frecuencia de días con salinidades inferiores a 5 y el caudal del Río Uruguay (promedio de la temporada estival utilizando datos de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande). El valor de salinidad de 5 fue seleccionado arbitrariamente como umbral de salinidades relativamente bajas.

Según el índice ONI (*Oceanic Niño Index*) en su referencia "Años e Intensidades de El Niño y La Niña" para el Pacífico tropical (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>) en los veranos 2002-2003, 2009-2010 y 2015-2016 se presentaron eventos de El Niño coincidiendo con registros de elevado caudal en el Río Uruguay y la presencia de frecuentes floraciones en nuestras costas. Del mismo modo pero de forma inversa se observó la presencia de eventos La Niña que produjeron importantes sequías en la región en los períodos 2005-2006 (Niña Débil), 2007-2008-2009 (Niña Fuerte y Moderada) y 2010-2011 (Niña Fuerte). En concordancia con esto, en los veranos 2008-2009, 2010-2011, 2020-2021 y 2021-2022 no se detectó espuma cianobacteriana, siendo mínima la frecuencia de días con salinidades inferiores a 5 (3%).

En el verano 2018-2019, si bien se produjo un Niño Débil, ocurrieron fuertes precipitaciones en la cuenca baja del río Uruguay, dando lugar a bajos valores de salinidad en la costa de Montevideo (el más bajo de todos los períodos de estudio ver figura 3.12). En dicha temporada el caudal del Río Uruguay no alcanzó el valor de las temporadas 2009-2010 o 2015-2016, lo que indica que el corrimiento del frente de salinidad del Río de la Plata se ve afectado también por otros factores como la prevalencia de los vientos y los aportes del Río Paraná.

Al igual que la temporada anterior, en el marco de un desarrollo del fenómeno La Niña de categoría Moderada, vemos que la temporada estival transcurrió con muy bajas precipitaciones en Uruguay, según se registra en los mapas de precipitaciones de este período de Inumet (<https://www.inumet.gub.uy/index.php/clima/recursos-hidricos/mapas-de-precipitacion>). Esto se vio reflejado en la alta salinidad promedio registrada en la temporada en la costa de Montevideo (figura 3.12).

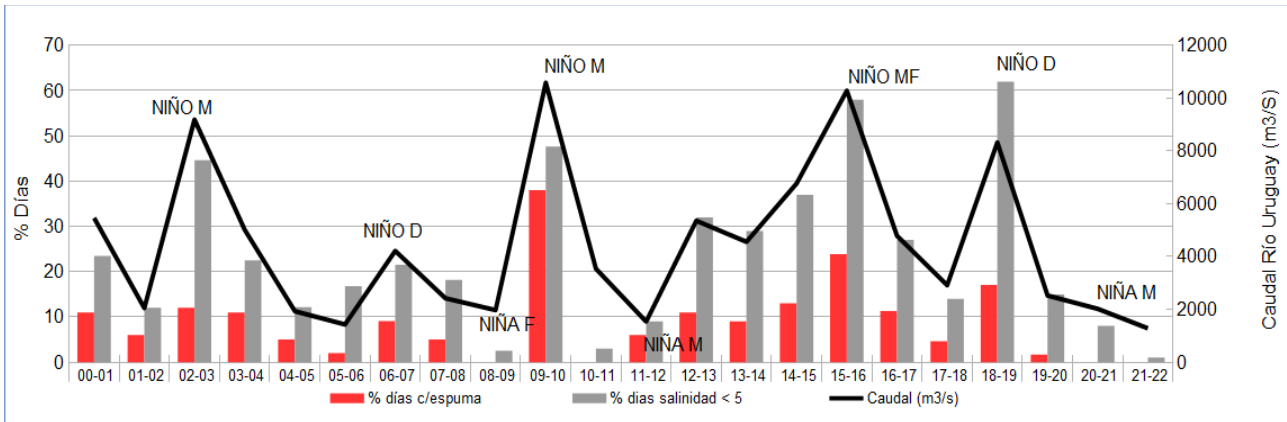


Figura 3.11. Relación entre la frecuencia de días de muestreo con salinidades menores a 5 en las playas de Montevideo (a partir del promedio de las seis playas representativas), % de días de muestreo con presencia de espuma cianobacteriana y el caudal del Río Uruguay (Represa de Salto Grande) de noviembre a marzo en los períodos estivales 2000 al 2022. Niño/Niña: D (Débil), M (Moderado), F (Fuerte), MF (Muy Fuerte).

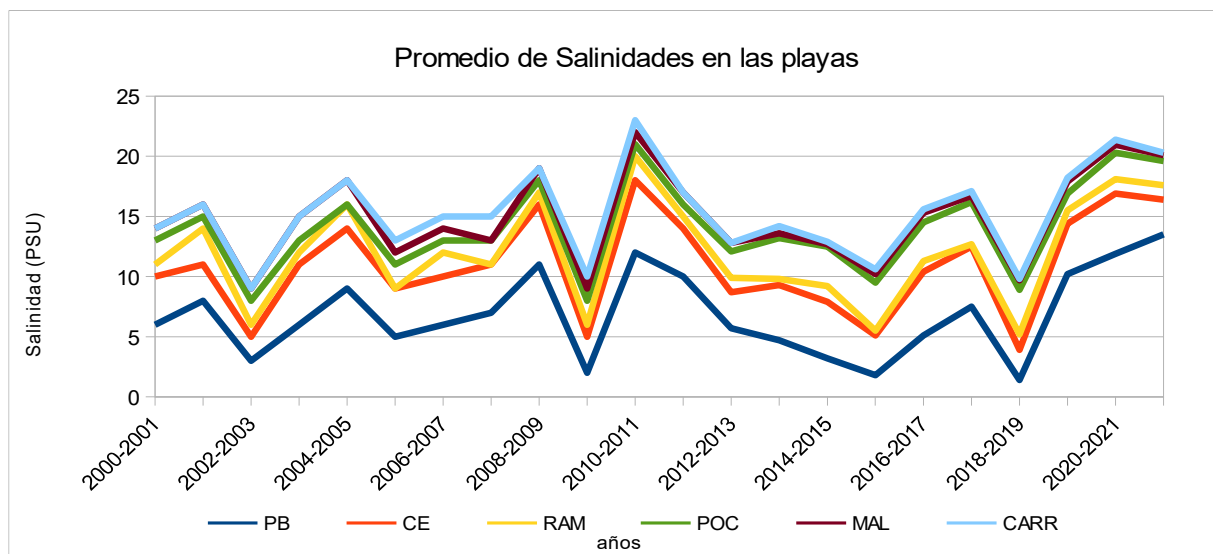


Figura 3.12. Promedio de salinidad en las playas Pajas Blancas (PB), Cerro (PA), Ramírez (RAM), Pocitos (POC), Malvín (MAL) y Carrasco (CAR) en temporada estival desde el año 2000 al 2022.



Según se pudo apreciar en imágenes satelitales, a comienzos del verano, el frente de turbidez se ubicó en las inmediaciones del departamento de San José (Figura.3.13).



Figura 3.13. Imagen satelital Sentinel-2 del día 15/01/2022. Color natural basado en las bandas 4,3,2. (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>).

Eventos de floraciones observados fuera de la temporada estival

El 12/4/2021 se registró una floración en playa Ramírez, de la cuál se obtuvo una muestra y se envió a analizar al LATU para identificar y cuantificar las especies presentes. El resultado fue: 80.700.000 células/mL *Microcystis aeruginosa*.

Conclusiones

Durante la temporada estival, de un total de 47 muestreos, solamente en 3 de ellos (6,4%) se registró presencia de cianobacterias sin espuma (situación 1) y no hubo registros de espuma cianobacteriana (situación 2). El primer registro de presencia se realizó el 4 de enero, el segundo el 16 de marzo y el tercero el 28 de ese mes, lo que da cuenta de la baja distribución temporal a lo largo del verano.

El Servicio de Guardavidas colocó la Bandera Sanitaria en un total de 34 días, en 2 de ellos el motivo fue por cianobacterias, en 18 por lluvias y el resto por otros motivos como está previsto en la Resolución N° 1324/10.

La salinidad registrada en las playas (en valores promedios) nuevamente fue la más alta desde el verano, 2010-2011, llegando a alcanzar un máximo de 31,3 en la playa Ramírez.

En cuanto a los factores climáticos que contribuyeron a la situación registrada, al igual que el verano pasado, la temporada transcurrió con el desarrollo del fenómeno La Niña en el Pacífico (categorizada como “Moderada”) y se registraron pocas precipitaciones en el país, lo que estuvo acompañado por un bajo caudal del Río Uruguay.

La concentración de Fósforo Total en las playas de Montevideo continúa siendo muy elevada según los valores establecidos para ríos y se categoriza a las playas en niveles eutróficos. La



concentración de Nitrógeno Total estuvo en casi todas las playas por debajo de esa categoría durante esta temporada, excepto la playa Pajas Blancas.

Bibliografía

Brena, BM, Díaz, L., Sienna, D. Ferrari, G., Ferraz, N., Hellman, U., Gonzalez-Sapienza, G., Last Jerold A., "ITREOH Building of Regional Capacity to Monitor Recreational Water: Development of a Non-commercial Microcystin ELISA and Its Impact on Public Health Policy". Int J Occup Environ Health 2006;12:377–385

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

MVOTMA-DINAMA-MTA. 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. 47pp.

<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>

Pirez, M; González-Spienza. G.; Sienna, D; Ferrari, G.; Last, M.; Last, J; Brena, B M. Limited analytical capacity for cyanotoxins in developing countries may hide serious environmental health problems. Simple and affordable methods may be the answer. Journal of Environmental Management (E), v.: 114, p.: 63 - 71, 2013.

WHO, 2020. Cyanobacterial toxins: Microcystins. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality and Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/HEP/ECH/WSH/2020.6). <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338066/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.6-eng.pdf>



4. Estudio de metales pesados en resaca

La resaca es un material heterogéneo constituido principalmente por restos vegetales (palos, hojas, semillas, entre otros) de variado tamaño, material particulado de diverso origen (valvas de mejillones, almejas y arena de color oscuro) y, en menor proporción, material fino de tipo limo - arcilloso. La presencia de estos materiales en la costa es un fenómeno natural determinado por la dinámica costera que involucra múltiples factores, entre los que se destacan las corrientes, los vientos y las mareas. Este fenómeno se observa en diversas playas, acumulándose materiales en la zona de rompiente, principalmente después de las tormentas. El material que se deposita en la arena una vez que la marea baja es extraído por la División Limpieza de la IM.

Desde la temporada 2011-2012 se lleva adelante un monitoreo de metales en la resaca de las playas ubicadas al este y al oeste de la Bahía de Montevideo. Si bien inicialmente se realizaron muestreos puntuales en algunas playas, desde el año 2014 el monitoreo se mantiene de forma regular en las seis playas que se utilizan como representativas de la costa de Montevideo.

Metodología analítica

Cromo total y Plomo total: Procedimiento de determinación de metales por espectrometría de absorción atómica por llama. Método 3111 “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA-AWWA-WEF 23st Ed. 2017) y los resultados se expresan en mg/kg.

Resultados

Debido a que Uruguay aún no dispone de una normativa que regule la contaminación por estos metales en suelo, los resultados se comparan con valores guía de organismos reconocidos a nivel internacional. Todas las muestras analizadas hasta el presente presentan valores de plomo y cromo total menores que los niveles de referencia de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América para suelos de uso residencial y/o recreativo. Estos son de 400 mg/(kg de suelo) para Plomo total (USEPA, 2022. Regional Screening Levels (RSL)/ Resident Soil/ TR=1E-06, HQ=1) y de 230 mg/(kg de suelo) para cromo total (USEPA, 2002). Si bien la playa Ramírez ha presentado la mayor variabilidad de valores para ambos metales, no se observa una tendencia que indique un proceso acumulativo.

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que el contenido de cromo y plomo en la arena y resaca de las playas no significa un riesgo para el uso recreativo de las mismas.

En las figuras 4.1 y 4.2 se muestran los resultados para cromo y plomo en arena y resaca desde 2014.

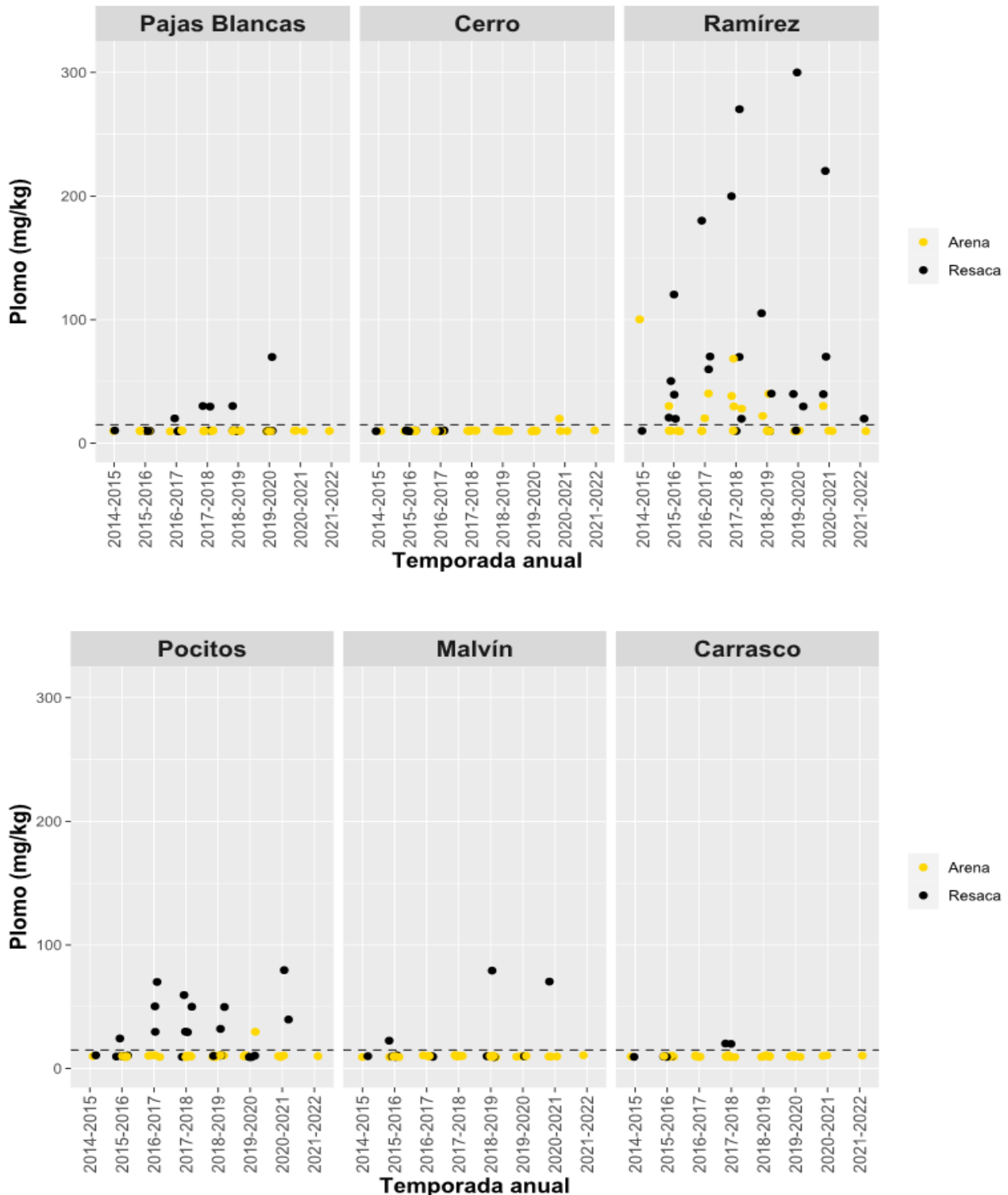


Figura 4.1- Determinación de plomo en muestras de resaca y arena de las playas al oeste (panel superior) y al este de Punta Carretas (panel inferior). Cada temporada anual se define desde el 1 de abril de un año al 31 de marzo del año siguiente. La línea punteada horizontal marca el límite de detección de la técnica (20 mg/kg) y a los valores inferiores a este límite se les asignó el valor 10 únicamente para que pudieran ser representados.

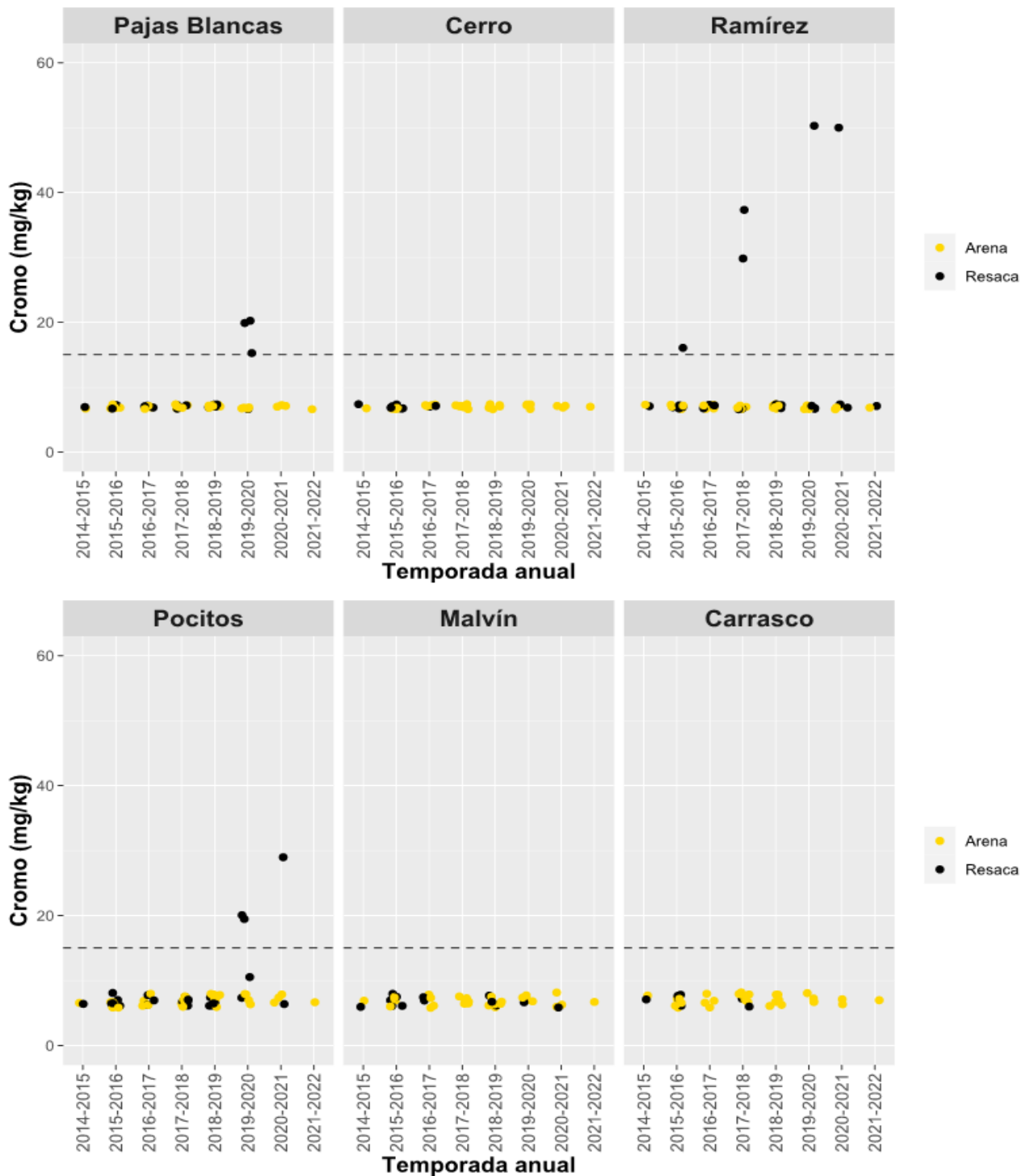


Figura 4.2- Determinación de cromo en muestras de resaca y arena de las playas al oeste (panel superior) y al este (panel inferior). Cada temporada anual se define desde el 1 de abril de un año al 31 de marzo del año siguiente. La línea punteada horizontal marca el límite de detección de la técnica (15 mg/kg) y a los valores inferiores a este límite se les asignó el valor 7 únicamente para que pudieran ser representados.



Bibliografía

USEPA (2022). Regional Screening Level (RSL) Resident Soil Table (TR=1E-06, HQ=1). Lead and Compounds. <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>

USEPA (2002). Supplemental Guidance For Developing Soil Screening Levels For Superfund Sites. OSWER 9355.4-24. Appendix A. p. A-7. <https://www.epa.gov/superfund/superfund-soil-screening-guidance>



5. Bioensayos

Los bioensayos son una herramienta ecotoxicológica que permite determinar el riesgo por agentes contaminantes, conocidos o no, que se encuentran en el ambiente (Castillo-Morales, 2004). Por lo tanto, permiten evaluar los efectos de las sustancias tóxicas, estén o no identificadas, sobre la biota. Desde la Unidad Calidad de Agua del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental se realizan bioensayos de distintas muestras ambientales buscando determinar la presencia de ecotoxicidad y complementando otros análisis químicos o biológicos para determinar riesgos que puedan afectar a la biota o a la salud humana. Desde el año 2011 se analizan muestras de agua, arena y resaca de 6 playas del Río de la Plata en el departamento de Montevideo: Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvin y Carrasco. Los muestreos se realizan generalmente entre setiembre y marzo.

En este capítulo se presentan los resultados de la temporada estival 2021-2022 así como también un resumen de los resultados obtenidos en agua desde 2011, y en arena y resaca desde 2013 hasta la última temporada estudiada.

Metodología analítica

Los organismos utilizados en los bioensayos fueron la bacteria *Vibrio fischeri* y el crustáceo *Artemia franciscana*.

El bioensayo de *V. fischeri* se realizó mediante el Sistema Microtox®. Este bioensayo examina el efecto tóxico de las muestras en matriz líquida, basándose en la reducción de la bioluminiscencia natural de dicha bacteria marina (EPS, 1992; SDI Microtox, 2009). En el estudio se aplicó el protocolo “81,9% Screening test” y se consideraron los umbrales del límite de detección 12% y cuantificación 17% de la inhibición de emisión de luz (%IEL) como criterios para definir niveles de toxicidad (EPS, 1992; Lagomarsino, 2022). Los niveles de toxicidad se expresan en categorías de acuerdo al %IEL:

%IEL	Categoría de toxicidad
<12%	toxicidad no detectada.
≥12% a <17%	toxicidad detectada
≥17%	toxicidad en niveles cuantificables

Cuando la muestra superó el valor 17%IEL se realizó el protocolo “81,9% Basic test”, cuando los tiempos de conservación de la muestra lo permitieron (48hs para matriz líquida), para intentar determinar la Concentración de Inhibición al 50% (CI50%) expresada como Unidad de Toxicidad (UT= 100/CI50%).

Las muestras analizadas con *V. fischeri* fueron agua y elutriado de arena y resaca. El elutriado se realizó según protocolo “Solid-Phase Test” (Microtox® 4.1):

a) mezclar la muestra sólida y el diluyente (solución salina 2%NaCl) en una proporción 1g/5ml.



b) agitar mediante agitador magnético durante 10 minutos.

c) mantener a 4°C (±2) durante 24 horas sin agitar para que precipite el material suspendido.

En la interpretación de los resultados de los elutriados se tuvo presente que los mismos sólo pueden considerarse como herramientas de cribado (“screening”) ya que pueden subestimar o indicar falsos negativos respecto de la toxicidad real del sedimento completo. Dicha subestimación puede deberse a los efectos de la proporción muestra/agua, a la solubilidad de los contaminantes y/o a su biodisponibilidad (Lib & Ahlf, 1997; Arizzi Novelli *et al.*, 2006). Además, este análisis no evaluó la relación con algunos factores de confusión que afectan los niveles de toxicidad como el contenido de materia orgánica y la granulometría del sedimento (SETAC, 1993).

En la última temporada estival (2021-2022) se incorporó el bioensayo de *Artemia franciscana* para el análisis del agua de playa con valores de salinidad mayores a 3 UPS. El bioensayo de *A. franciscana* es un ensayo agudo de 24 horas, realizado con larvas de estadios II-III, sin alimentación y estático (sin renovación de medio), según una adaptación del protocolo ARTOXKIT M. La medida de efecto es la muerte que se expresa en porcentaje.

En agua se aplicó el ensayo de *Vibrio fischeri* para todas las muestras y *Artemia franciscana* cuando se dan condiciones adecuadas de salinidad (>3UPS), sus resultados son independientes y complementarios.

Resultados de Bioensayos en Agua

Considerando el total de los resultados obtenidos desde el año 2011, el 0,68% de las muestras analizadas con el ensayo de *V. fischeri* estuvo en el nivel de toxicidad detectada y el 3,41% en niveles cuantificables (Tabla 5.1). Las playas del Cerro y Carrasco fueron las que presentaron mayores porcentajes de muestras con toxicidad cuantificable, con valores de 6,0 y 6,4% respectivamente (Tabla 5.1). Por otra parte, Pajas Blancas y Ramírez mostraron niveles detectables o mayores en el 4,2 y 4,0% respectivamente (Tabla 5.1).

Playa	Tamaño de muestra (N)	%TD	%TC
Pajas Blancas	48	2,08	2,08
Cerro	50	0,00	6,00
Ramírez	50	2,00	2,00
Pocitos	49	0,00	2,04
Malvín	49	0,00	2,04
Carrasco	47	0,00	6,38
Total	293	0,68	3,41

Tabla 5.1. Se muestra el total de muestras de agua analizadas (N) y la proporción de muestras con toxicidad detectada (%TD) y cuantificable (%TC).



Cuando se analizan los resultados por trienios y se discriminan por playa, se observa que la mayor parte de las muestras con toxicidad detectable o cuantificables se registraron durante los años 2014 a 2016, una revisión más detallada de la información permitió determinar que las excedencias se registraron mayormente en el período estival 2015 a 2016 (Figura 1). Se observa que las playas del Cerro (20,0%; 3/15) y Carrasco (14,3%; 2/14) tuvieron la mayor frecuencia de valores con toxicidad cuantificable (Figura 5.1).

En cuanto a los análisis de muestras obtenidas en el último período estival 2021-2022, solamente una muestra de la playa Carrasco presentó toxicidad en el rango de toxicidad detectada.

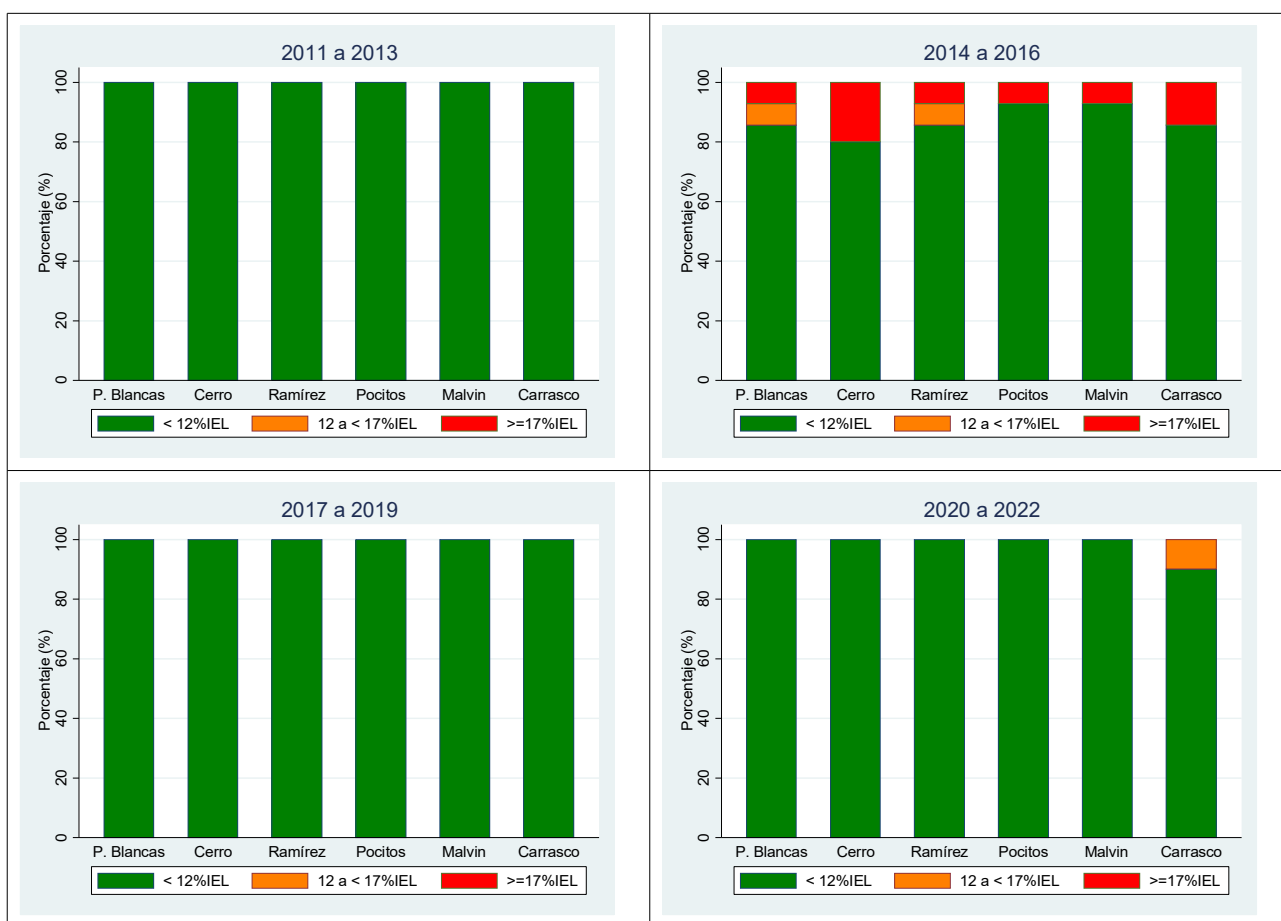


Figura 1. Resultados de los ensayos de *V. fischeri* (81,9% Screening test) en agua de playas y por trienios. Se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación, y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

Respecto a las muestras analizadas mediante el ensayo de *A. franciscana* en el último período estival, solamente dos muestras presentaron valores con mortalidad mayor al 10% correspondientes a las playas del Cerro y Pocitos.

Bioensayos en muestras de Arena



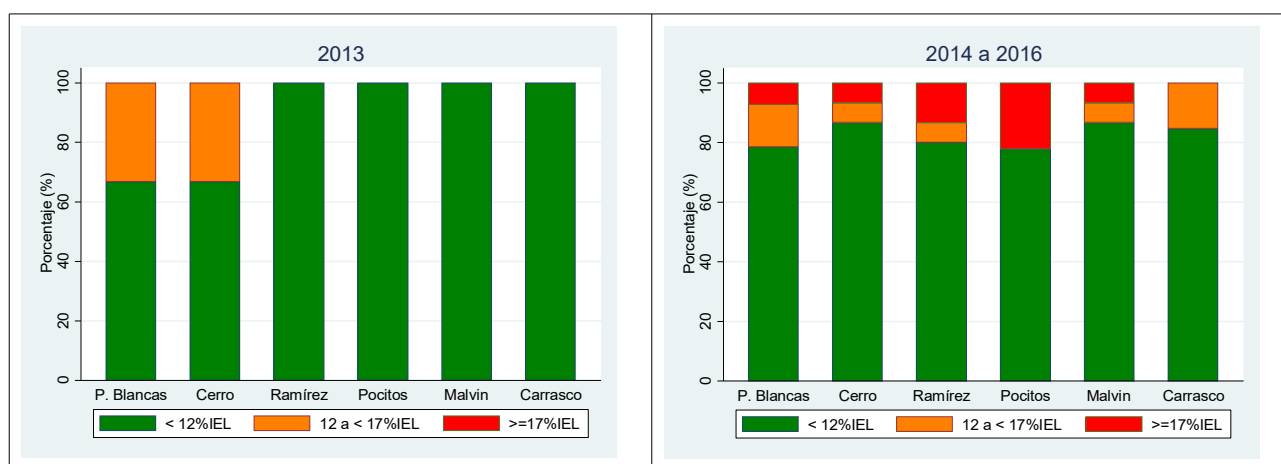
Considerando todas las muestras de arena analizadas (desde el 2013) con el ensayo de *V. fischeri*, el 10,4% se encontró en la categoría de toxicidad detectada y 10,4% en toxicidad cuantificable (Tabla 5.2). En la mayoría de las muestras de este último nivel no se pudo estimar la CI50%, por lo que predominaron los valores de 1,0UT. Esto último se interpreta como una toxicidad muy leve, en el límite de lo cuantificable. Cuando se discriminan los resultados por playa, se observa que Pajas Blancas tiene la mayor frecuencia de valores con toxicidad detectable o cuantificable (34,1%) y las playas del Cerro, Ramírez y Carrasco tienen una proporción igual o mayor al 20% (Tabla 5.2).

Playa	Tamaño de muestra (N)	%TD	%TC
Pajas Blancas	44	25,00	9,09
Cerro	45	6,67	13,33
Ramírez	45	13,33	8,89
Pocitos	48	2,08	16,67
Malvín	45	6,67	2,22
Carrasco	42	9,52	11,90
Total	269	10,41	10,41

Tabla 5.2. Se muestra el total de muestras de arena analizadas (N) y la proporción de muestras con toxicidad detectada (%TD) y cuantificable (%TC).

Cuando se analizan los datos por trienios, no se observa una tendencia temporal clara pero se registra un aumento en el último período 2020-2022 en relación a los periodos anteriores, particularmente en las playas de Pajas Blancas (37,5%TC; 3/8), Cerro (3%TC; 8/8) y Carrasco (28,6%TC; 2/7) (Figura 5.2). De la revisión detallada de los datos surge que la mayoría de las muestras con algún nivel de toxicidad correspondieron al período estival 2020-2021.

En el último período estival (2021-2022) el 20,8% de las muestras de arena presentó niveles de toxicidad detectada y el 8,3% toxicidad cuantificable, siendo las playas de Pajas Blancas, Cerro y Carrasco las que presentaron los mayores porcentajes de muestras en los niveles mencionados.



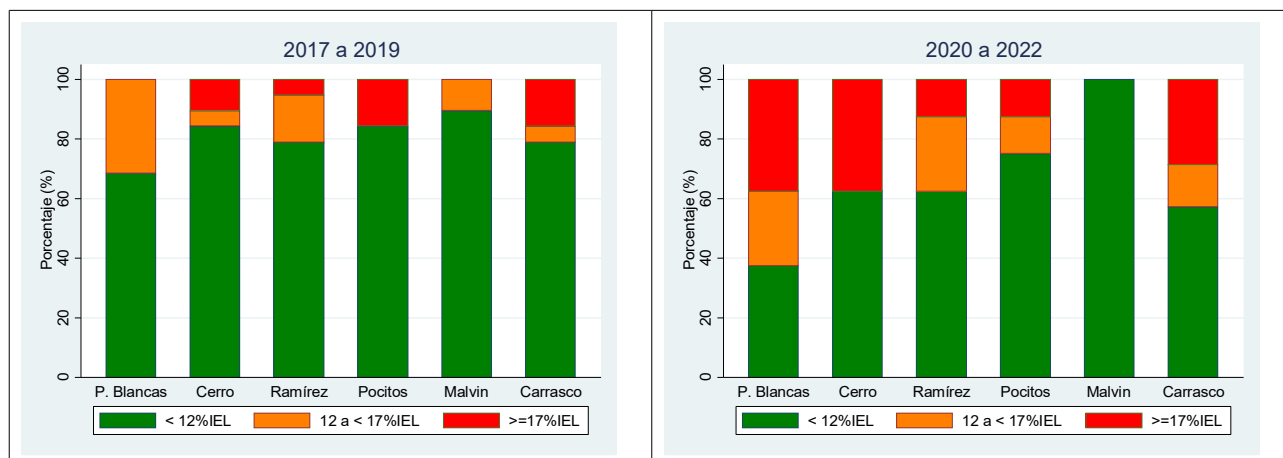


Figura 5.2. Resultados de los ensayos de V. fischeri (81,9% Screening test) en arena de playas y por trienios, exceptuando 2013. Se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación, y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

Bioensayos en muestras de Resaca

Considerando todas las muestras de resaca analizadas desde el 2013 con el ensayo de *V. fischeri*, el 5,5% se encontró en el rango de nivel de toxicidad detectada y el 6,8% en toxicidad cuantificable (Tabla 5.3). En la mayoría de los casos no se pudo estimar la CI50% en muestras del rango de toxicidad cuantificable.

Considerando los resultados por playa, se observa que Pajas Blancas tuvo la mayor frecuencia de valores con toxicidad cuantificable (13,3%) y las playas de Cerro, Ramírez y Pocitos le siguieron, con frecuencias mayores al 5% (Tabla 5.3).

Playas	Tamaño de muestra (N)	%TD	%TC
Pajas Blancas	30	0,00	13,33
Cerro	18	5,56	5,56
Ramírez	38	2,63	5,26
Pocitos	37	8,11	8,11
Malvín	24	8,33	4,17
Carrasco	16	12,50	0,00
Total	163	5,52	6,75

Tabla 5.3. Se presenta el total de muestras de resaca analizadas (N) y la proporción de muestras con toxicidad detectada (%TD) y cuantificable (%TC).

Al analizar los datos en trienios no se observa una tendencia temporal clara y el período con mayores niveles de toxicidad en resaca fue el comprendido entre los años 2014 a 2016 (Figura 5.3).



En el último período estival (2021-2022) las muestras de resaca no presentaron niveles detectables de toxicidad en ninguna de las playas estudiadas.

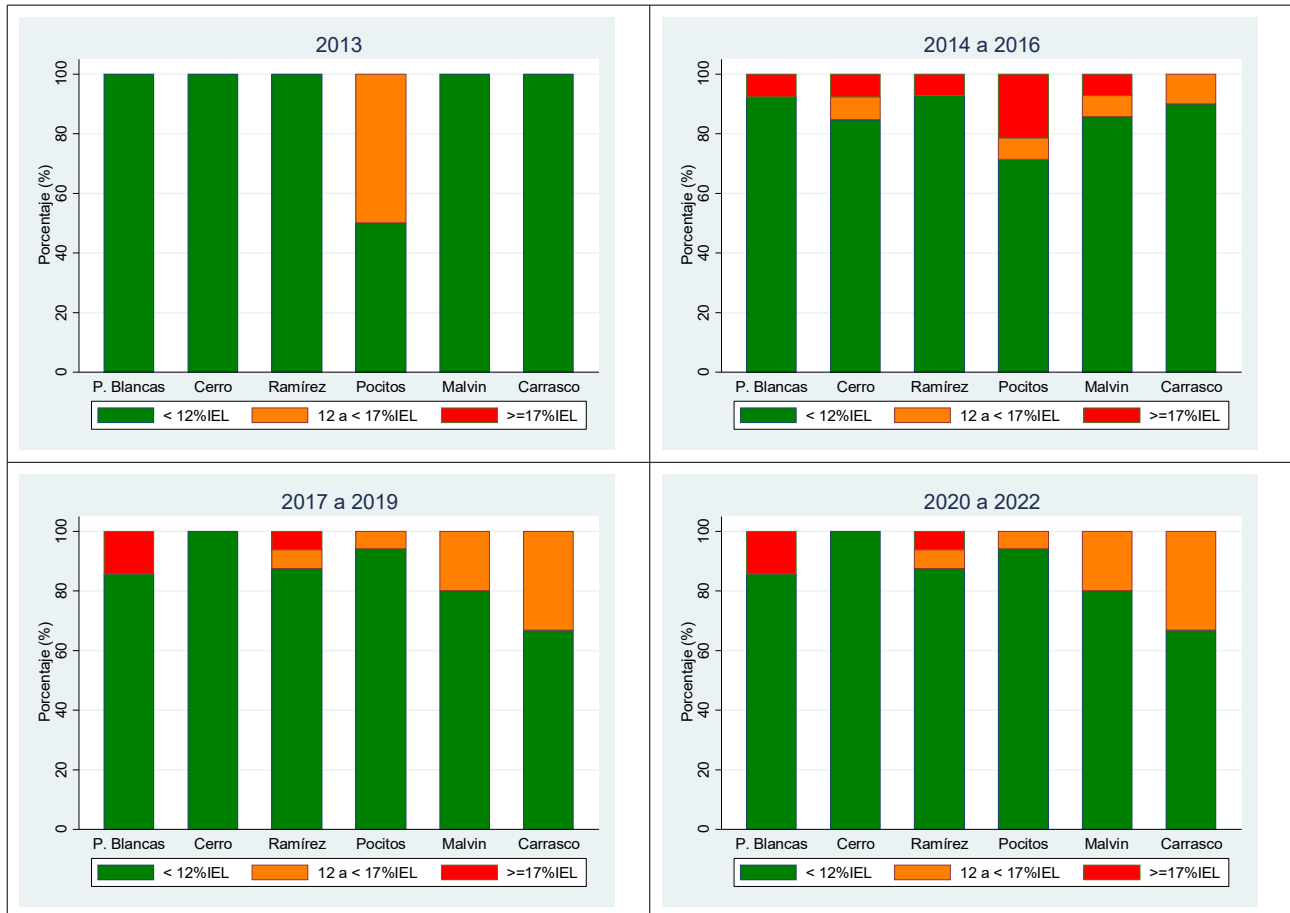


Figura 5.3. Resultados de los ensayos de *V. fischeri* (81,9% Screening test) en resaca de playas y por trienios, exceptuando 2013. Se indica la frecuencia en porcentaje del nivel toxicológico: verde para toxicidad no detectada, naranja para toxicidad entre el nivel de detección y cuantificación, y rojo para toxicidad por encima del nivel de cuantificación.

Conclusiones

En agua predominaron los niveles no tóxicos para los ensayos aplicados (*Vibrio* y *Artemia*). Sin embargo, se obtuvieron valores cuantificables de toxicidad en el período estival 2015 a 2016 para *V. fischeri* que resultan atípicos para el registro histórico. Si bien no es posible establecer relaciones causa-efecto para la presencia de dichos niveles de toxicidad en agua, cabe destacar que en el año 2015, se produjo una intensificación importante de las actividades de dragado de la Bahía del Puerto de Montevideo (>22 millones m³; ANP, 2019). Dicha actividad tendría la capacidad de liberar y dispersar contaminantes sedimentados con potenciales efectos en la costa del departamento. Para el período analizado el volumen más próximo de dragado fue en 2018 con 16 millones m³.



Por otra parte, en sedimento y resaca se observó un incremento de los niveles de toxicidad en los años 2015 y 2016. Posteriormente al trienio 2014-2016 se observó un descenso de los niveles en arena y resaca para el trienio siguiente. Sin embargo, en arena se produjo un siguiente aumento durante el período 2020-2022 que se explica mayormente por los datos del período estival 2020-2021.

En general para arena y resaca los niveles de toxicidad registrados son bajos ya que no permiten estimar en la mayoría de los casos una concentración de efecto 50%. Asimismo, debe tenerse en cuenta que estos niveles corresponden a una determinación en elutriado por lo que el valor real podría estar subestimado.

Bibliografía

ANP, 2019. Memoria Anual 2016; Administración Nacional de Puertos. 109p. (<https://www.anp.com.uy/inicio/institucional/anp/memoria-anual>)

Arizzi Novelli A., Losso C., Libralato G., Tagliapietra D., Pantani C. & Volpi Ghirardini A. 2006. Is the 1:4 elutriation ratio reliable? Ecotoxicological comparison of four different sediment:water proportions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 65: 306-313.

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)

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.

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

Lagomarsino, A. (2022). Ecotoxicidad del sedimento en la zona litoral del Río de la Plata en el Departamento de Montevideo y su relación con las concentraciones de plomo y cromo. Tesina de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias. 44p.

Lib, W. & Ahlf, W. 1997. Evidence from Whole-Sediment, Porewater, and Elutriate Testing in Toxicity Assessment of Contaminated Sediments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 36: 140-147.

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

SETAC. 1993. Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. In HILL, IR., MATTHIESSEN, P. and HEIMBACH, F. (Ed.) Workshop on sediment toxicity assessment, SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY, Renesse, The Netherlands, 105 p.

6. Monitoreo de los aportes, vertimientos y puntos costeros

El Sistema de Saneamiento de Montevideo es en su mayoría unitario. Al Este de la Bahía de Montevideo y hasta el arroyo Carrasco, un interceptor costero conduce las aguas servidas de gran parte de Montevideo hasta la estación de bombeo de Punta Carretas. Este interceptor tiene vertederos que en los días de lluvia intensa alivian el exceso de caudal hacia la costa (Figura 6.1). Por este motivo, la Intendencia de Montevideo recomienda no utilizar las aguas de las playas para recreación durante las 24 horas posteriores a la ocurrencia de lluvias (Figura 6.2).



Figura 6.1. Vertedero en la zona de Punta Gorda

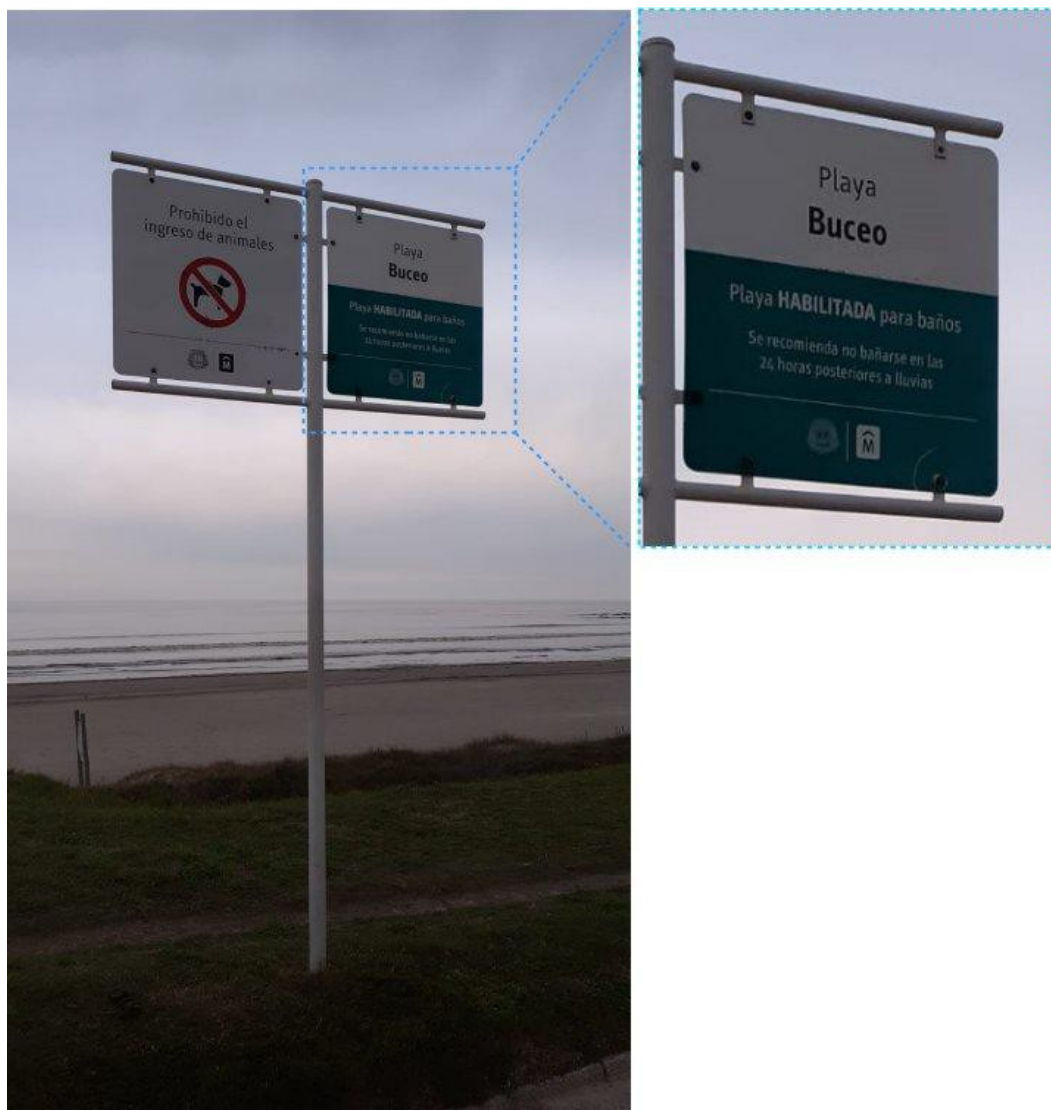


Figura 6.2. Cartelería en playa Buceo con advertencia de no bañarse dentro de las 24 horas posteriores a las lluvias.

Las playas situadas al Oeste de la Bahía presentan una situación diferente. Si bien el Sistema de Saneamiento Oeste da solución a muchos aportes de aguas servidas que llegaban a la costa (Figura 6.3), en la cercanía de algunas de estas playas aún existen asentamientos que carecen de conducciones y adecuada disposición final. Las aguas servidas finalizan en un hilo de agua, de mayor o menor caudal, que escurre finalmente por la arena de la playa. Por ejemplo, cuando ya existen cañadas naturales que llegan a las playas, algunos usuarios de la zona pueden construir “robadores” para descargar el saneamiento de sus hogares a la cañada que lleva esta contaminación hasta la playa.

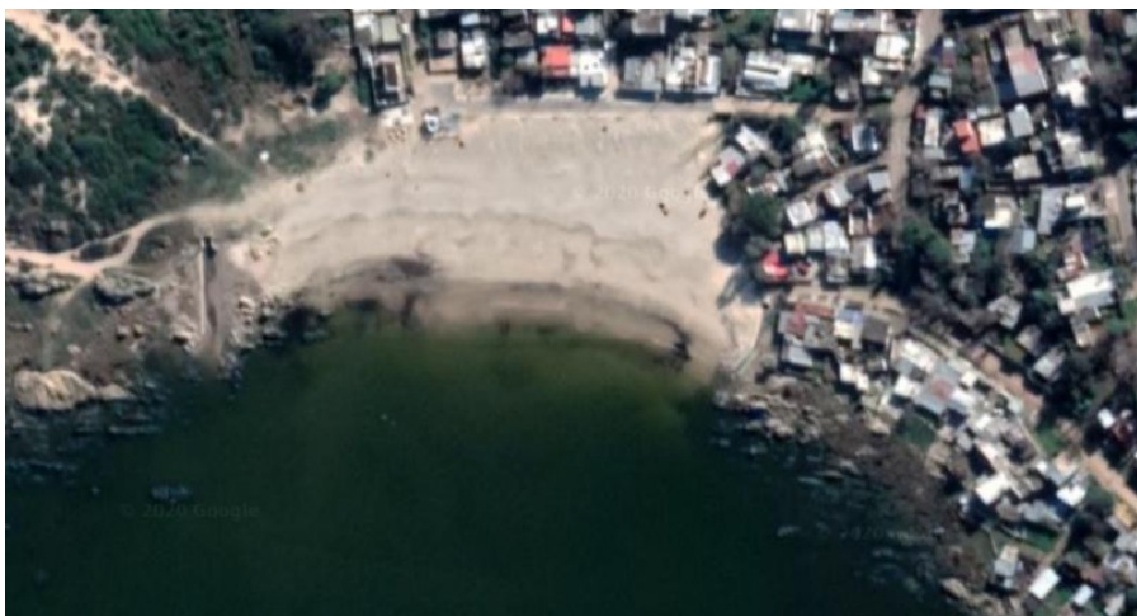


Figura 6.3. Playa Santa Catalina. En la foto de arriba (año 2018) se pueden observar los aportes que llegaban a la playa procedentes de las viviendas de la zona antes de la obra. En la foto de abajo se muestra el estado de la playa luego de las obras (2020), donde los aportes de las cañadas ya fueron canalizados.



En la Tabla 6.1, se listan las distintas playas de Montevideo con los respectivos aportes que pueden influir en la calidad de sus aguas.

Todos los aportes de las playas del oeste (hasta el Cerro) desembocan directamente en las playas correspondientes. En el caso de los Vertederos costeros del este la situación es más compleja. En los casos de los Vertederos Arroyo Malvín y Arroyo del Molino, sus aguas son canalizadas hacia el colector, por lo que en ausencia de lluvias no vierten hacia la costa. En los demás vertederos, si bien tampoco registran vertimientos en ausencia de lluvias, es frecuente el ingreso agua de mar al canal del vertedero por acción de la marea, por lo que el monitoreo de estos puntos refleja la situación de mezcla de agua estancada en el vertedero con agua del mar.

Aporte	Playa
Cañada Punta Espinillo	Punta Espinillo
Cañada La Colorada	La Colorada
Cañada Pajas Blancas	Pajas Blancas
Cañada Zabala	Zabala
Cañada Punta Yeguas	Punta Yeguas
Caño (desagüe) Santa Catalina	Santa Catalina
Cañada Santa Catalina (Marimoñas)	
Cañada del Nacional	Del Nacional
Cañada Pichuaga (**)	Del Cerro
Cañada del Cerro	
Vertedero La Cumparsita (*)	Ramírez
Vertederos Gaboto y Barrios Amorín	
Vertedero Buxareo (*)	Pocitos y Puerto del Buceo
Vertedero 26 de Marzo	Puerto del Buceo
Vertedero Arroyo Malvín (*)	Buceo y Malvín
Vertedero Colombes E y W (*)	
Vertedero Punta Gorda (*)	Los Ingleses y Verde
Vertedero Arroyo del Molino	Playa Honda
Vertedero San Nicolás	Mulata y Carrasco
Arroyo Carrasco	Carrasco y Miramar

Tabla 6.1 Listado de playas con sus respectivos aportes. (*) Vertederos de estaciones de bombeo del Sistema de Saneamiento Costero. (**) Las muestras de la cañada Pichuaga se toman antes de que sea captada por el sistema de saneamiento (valores que se muestran en las tablas del Anexo). Cuando el caudal excede la captación, vierte hacia la Cañada del Cerro.



Resultados

Del estudio de los indicadores microbiológicos se observa que los aportes que llegan a algunas playas del oeste (en particular, la playa del Cerro) así como el arroyo Carrasco, presentan permanentemente niveles de coliformes fecales muy superiores a los admitidos por la reglamentación para vertidos a curso de agua (Decreto N° 253/79 y modificativos posteriores), llegando habitualmente a órdenes de 10^5 - 10^6 . En el Anexo se presentan las tablas con los valores obtenidos de coliformes fecales, a lo largo del año, en los aportes, vertimientos y otros puntos costeros.

Conclusiones

Los vertederos del Sistema del Sistema de Saneamiento costero (ubicados al este de la Bahía de Montevideo) alivian hacia la costa el exceso de caudal cuando la capacidad de los colectores costeros se ve colmada por la presencia de aguas pluviales. Este comportamiento es inherente al diseño del sistema de saneamiento¹¹.

El arroyo Carrasco, también al este de la bahía, presenta habitualmente valores superiores a los límites reglamentarios como consecuencia de los múltiples factores de presión de esa cuenca, como se reporta en el informe del Programa de Monitoreo de cursos de agua <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua>.

A las playas situadas al oeste de la bahía de Montevideo llegan con frecuencia cañadas o aportes de agua de caudal variable. En particular se pueden observar los valores elevados de los aportes que llegan a algunas playas con aportes de agua de origen cloacal derivados de zonas de asentamiento, cuyo caudal es variable y difícil de prever. En algunas playas este problema reviste mayor importancia ya que la población puede llegar hacer uso de las cañadas para recreación por contacto directo durante la temporada de verano, por lo que no se debe dejar de observar la relevancia que tienen estos aportes, en particular en épocas donde los caudales son elevados.

¹¹ El Sistema de Saneamiento de Montevideo es mayoritariamente unitario. Esto significa que el agua pluvial y las aguas domésticas circulan por las mismas conducciones. En ocasión de precipitaciones los colectores costeros ven colmada su capacidad y, a través de los vertederos, alivian el excedente a la costa.



7. Búsqueda de *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*

Introducción

Las bacterias del género *Vibrio* se encuentran en los ambientes oceánicos y estuarinos en todo el mundo y se ha descrito que varias de las especies de este género causan infecciones en humanos. La más conocida por este motivo es la bacteria llamada *Vibrio cholerae*, ya que algunas de sus cepas son las que causan la enfermedad cólera.

El cólera es una infección intestinal aguda que se presenta con diarrea acuosa abundante y vómitos, que puede producir deshidratación grave e incluso la muerte en 24 horas si no se aplica un tratamiento. La enfermedad es causada por las cepas de *V. cholerae* que producen la toxina colérica (denominadas cepas toxigénicas), siendo esta toxina el factor responsable de los principales síntomas de la enfermedad. La diseminación del cólera es causada principalmente por vía fecal-oral a través de la ingesta de agua y alimentos contaminados.

La existencia del cólera data de la más remota antigüedad, siendo endémica en India desde donde se ha extendido a Europa, África y América, causando hasta el presente 7 pandemias. En 1961 comienza la séptima pandemia en Indonesia, que se expandió en dirección Oeste y alcanzó América Latina en 1991 con el inicio de la epidemia en Perú. En el año 1993 ya se habían declarado casos en toda Sudamérica exceptuando Uruguay, que se ha mantenido sin casos de cólera hasta la actualidad. A lo largo de los años fue disminuyendo la cantidad de casos en Sudamérica hasta que en octubre de 2010 se registró un nuevo brote epidémico en Haití, a partir del cual se volvieron a registrar casos en varios países de América, principalmente en la zona de Centroamérica y el Caribe. Durante el 2021 no se reportaron casos en América y cabe destacar que desde febrero de 2019 no se han registrado nuevos casos en Haití¹². Actualmente la OMS suscribe un compromiso global para terminar con el cólera hacia el 2030, promoviendo distintas estrategias de diagnóstico, prevención y tratamiento que se detallan en su página web.

Aunque en los estuarios es natural la presencia de *V. cholerae* no toxigénico, también se ha reportado que la introducción de cepas toxigénicas al ambiente puede provocar focos endémicos aislados debido a la ingesta de mariscos crudos o poco cocidos. Desde el año 1992 nuestro Servicio ha venido realizando un monitoreo de búsqueda de *V. cholerae* en aguas de aliviaderos del sistema de saneamiento costero de Montevideo. Este monitoreo se enmarca dentro de un conjunto de medidas que deben tomarse en forma permanente, con el objetivo de prevenir y minimizar la posibilidad de transmisión del cólera por la vía hídrica.

Otras especies del género *Vibrio* que también habitan en los estuarios y aguas de mar son *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus*. Estas bacterias también pueden causar infecciones en humanos y si bien su incidencia es muy baja en Uruguay (menos de 10 casos por año según datos reportados por el MSP) los casos que se registran suelen tener una alta mortalidad debido a estas bacterias afectan a personas con sistema inmune comprometido. En América la bacteria *V. parahaemolyticus* se asocia principalmente a infecciones intestinales causadas por la ingesta de mariscos contaminados, mientras que *V. vulnificus* se asocia principalmente con infecciones extra intestinales, causadas por el contacto de heridas abiertas en la piel con el agua de mar. Uruguay es el país de Sudamérica con mayor número de casos de infecciones causadas por *V. vulnificus*,

¹² <https://www.ecdc.europa.eu/en/all-topics-z/cholera/surveillance-and-disease-data/cholera-monthly>

registrando casos aislados desde 1997 y un pequeño brote (4 personas infectadas) en el verano 2014/2015 en Punta del Este. Por otro lado, desde 2014 también se han registrado algunos casos aislados de infecciones por *V. parahaemolyticus*. A diferencia de lo observado mayormente en el resto de América, todos los casos reportados en nuestro país fueron causados por el contacto de heridas abiertas con el agua. Debido a esto, a partir del verano 2017-2018 se incluyó en el monitoreo realizado por este Servicio la búsqueda de estas dos especies bacterianas en aguas del Río de la Plata, siendo éste el primer reporte de búsqueda de estas bacterias en el ambiente en nuestro país.

En el presente informe se reportan los resultados obtenidos en el período de abril de 2021 a marzo de 2022.

Metodología

La búsqueda de las especies de *Vibrio* en aguas de saneamiento y naturales se lleva a cabo mediante concentración y enriquecimiento.

Se establecieron 8 puntos de muestreo, comprendiendo 4 aliviaderos del sistema de saneamiento, la planta de pretratamiento, la escollera del Faro de Punta Carretas, el muelle de La Estacada y la desembocadura del Arroyo Carrasco (Figura 7.1 y Tabla 7.1).



Figura 7.1: Localización de las estaciones de muestreo en la línea costera de Montevideo.

Sitio	Abreviatura
Aliviadero La Cumparsita	VLC
Planta de pretratamiento Punta Carretas	PPT
Aliviadero Buxareo	VB
Aliviadero Arroyo Malvín	A°MA
Aliviadero Punta Gorda	VPG
Arroyo Carrasco	A°C
Escollera Faro	EF
Muelle Estacada	ME

Tabla 7.1: Sitios de colocación de hisopos.

Los hisopos de Moore se dejaron sumergidos en el agua por 24 horas y al retirarlos se colocaron en agua peptonada alcalina y se transportaron al Laboratorio (Figura 7.2).

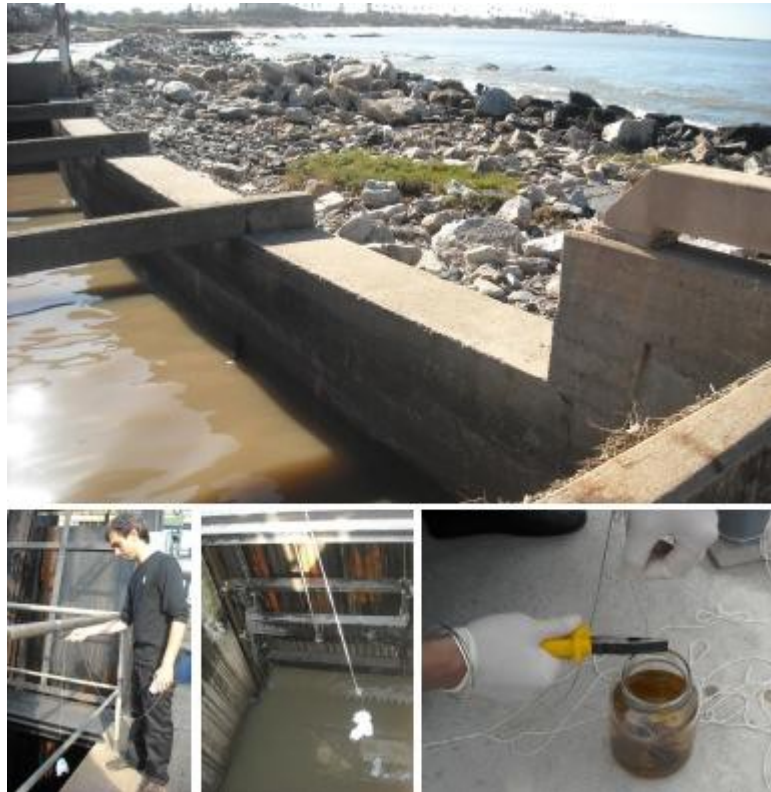


Figura 7.2. Colocación de y retiro de hisopo de Moore en aliviaderos del sistema de saneamiento.

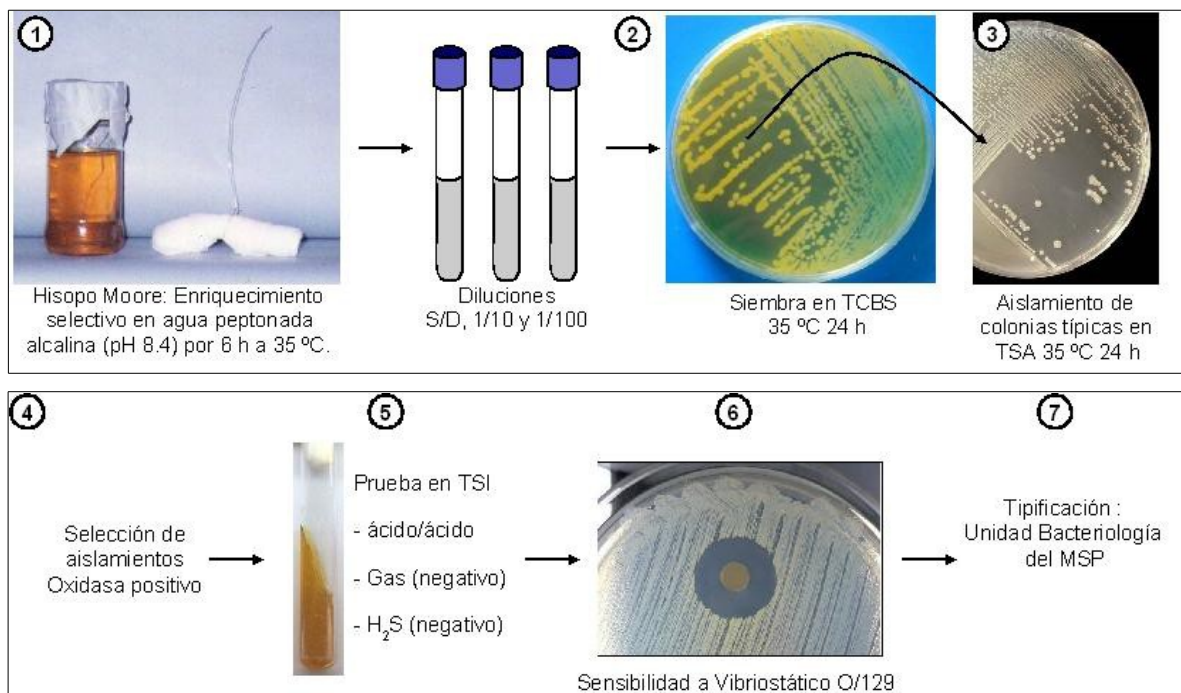


Figura 7.3. Esquema de la metodología microbiológica empleada.



En la Figura 7.3 se presenta un esquema de la metodología utilizada que comprende las siguientes etapas:

- Enriquecimiento en agua peptonada alcalina (1% peptona, 1% NaCl, pH 8,4) durante 6 horas.
- Cultivo del enriquecimiento en medio TCBS durante 24 horas.
- Selección de colonias típicas, y cultivo en medio TSA 24 horas
- Selección de aislamientos oxidasa y *string test* positivos.
- Inoculación de aislamientos en tubos TSI, caldo nutritivo 0% de NaCl y caldo nutritivo con 1% de NaCl. Selección de aislamientos que dieron reacción ácido-ácido, sin formación de gas y sin producción de ácido sulfhídrico (H₂S) en medio TSI. Para *V. cholerae* se debe observar crecimiento en caldo nutritivo 0% NaCl. Para *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus* se debe observar crecimiento en caldo NaCl 1%, pero no en 0%.
- Test de sensibilidad al vibriostático O/129 (2,4-diamino-6,7-disopropylpteridine) a todos los aislamientos seleccionados.
- Los aislamientos sensibles al vibriostático O/129 son enviados para su identificación y serotipificación a la Unidad Bacteriología del Departamento de Laboratorios de Salud Pública (MSP, Dirección General de Salud, División Epidemiología).



Resultados

En el período considerado (noviembre de 2021 a marzo de 2022) se realizaron 7 campañas de búsqueda obteniendo un total de 70 aislamientos (Tabla 7.2).

Fecha de campaña	Sitios donde se colocaron hisopos*	Nº total de aislamientos obtenidos en TCBS
06/12/21	VPG	9
20/12/21	ME, PPT	10
03/01/21	PPT	10
18/01/22	PPT, VPG	10
14/02/22	VPG	11
22/02/22	PPT	10
21/03/22	VPG	10
Total aislamientos estudiados		70

Tabla 7.2. Campañas de muestreo 2020-2021. *En cada campaña no están representados todos los puntos porque solo se colocan hisopos en aquellos que tengan agua en el momento del muestreo.

Sitio de muestreo	Aislamientos enviados	Identificación		
		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio cholerae</i> (biovar <i>albensis</i>)	Sin identificar
PPT	7	1	6	0
Muelle Estacada	4	3	-	1
VPG	17	11	2	4

Tabla 7.3. Resultados de la identificación de los aislamientos, discriminados por estación de muestreo.

En la Tabla 7.3 se detallan los resultados de la identificación de aislamientos enviados a la Unidad Bacteriología del Departamento de Laboratorios de Salud Pública, discriminados por sitio de muestreo. En total, fueron enviados 28 aislamientos para su identificación: 15 de ellos correspondieron a *V. parahaemolyticus*, 8 correspondieron a *Vibrio albensis* (*V. cholerae* biovar *albensis*) y otras 5 no se pudieron identificar o su resultado aún está pendiente.

Aunque ninguno de los aislamientos correspondió a *V. cholerae* no toxigénico (no O1), es importante aclarar que en esta temporada la búsqueda se concentró solamente en dos sitios de muestreo debido a las restricciones de la emergencia sanitaria. La presencia de *V. cholerae* no toxigénico no representaría un problema sanitario ya que forma parte de la comunidad microbiana



normal de diversos cursos de agua, en especial de los ambientes estuarinos. Además, es el tipo de *V. cholerae* más frecuentemente aislado de muestras ambientales. Es destacable que no se haya detectado *V. cholerae* del tipo epidémico desde que se comenzó con la búsqueda en 1991. Esto concuerda con la ausencia de casos de cólera en Uruguay durante la última pandemia de cólera. Si bien actualmente no hay brotes epidémicos en países de la región, el tránsito de personas y mercaderías desde y hacia países donde el cólera es endémico podría iniciar nuevos brotes. En base a estos resultados, se considera importante mantener la vigilancia epidemiológica realizada hasta el momento y mediante la colaboración con otras instituciones, apuntar a constituir un sistema de alerta temprano ante la posible aparición de cepas toxigénicas.

Mediante esta estrategia de búsqueda también hemos comprobado la factibilidad obtener aislamientos de las especies *V. vulnificus* y *V. parahaemolyticus* en aguas del Río de la Plata. La presencia de estas especies bacterianas en aguas de la costa de Montevideo concuerda con los reportes clínicos de pacientes que contrajeron infecciones en nuestro departamento.

Bibliografía

American Public Health Association (APHA) (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd edition. APHA, AWWA, WPCF, 2017.

Binsztein N, Costagliola MC, Pichel M, Jurquiza V, Ramirez FC, Akselman R, Vacchino M, Huq A, Colwell R (2004). Viable but Nonculturable *Vibrio cholerae* O1 in the Aquatic Environment of Argentina. Appl. Environ. Microbiol. 70:7481-7486.

Farmer JJ, Hickman-Brenner FW (2006). The Genera *Vibrio* and *Photobacterium*. En: The Prokaryotes. A handbook on the biology of bacteria. Third edition, Springer. Vol 6, pp. 508-563.

Kanungo S, Azman AS, Ramamurthy T, Deen J, Dutta S. Cholera (2022). Lancet 399:1429-1440.

Raszl SM, Froelich BA, Vieira CR, Blackwood AD, Noble RT (2016). *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in South America: water, seafood and human infections. J Appl Microbiol. 121:1201-1222.



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL
GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL
SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL
Unidad Calidad de Agua

Anexo

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)

Playas - Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvín	Honda	Ingleses	Verde	Carrasco	Miramar
13/05/2021							80								
08/06/2021							280								
20/07/2021			70	5	35	190	540	170	160	320	530	390	530	400	740
03/08/2021			20	5	5	11000	140	60	120	67	110	45	27	75	50
17/08/2021			50	40	50	39000	60	120	1400	160	95	120	120	40	200
26/08/2021	5	5	5		5	14000	30	40	65	20	10	10	85	170	660
31/08/2021		5	5			700	20	70	200	10	30	5	20	50	180
06/09/2021						360									
07/09/2021						1500									
13/09/2021		320	310	190	240	200	500	280	460	270	210	580	230	510	2300
16/09/2021						360									
22/09/2021	20	20	10		160	310	220	330	340	600	230	300	340	3500	6200
29/09/2021		10	5	5	20	40	5	80	720	140		160	200	140	280
05/10/2021			40	200	30	67	1200								
06/10/2021	70		110	160	310	220	460	100	840	80	10	40	70	40	30
13/10/2021		5	20	10	100	500	50	40	120	220	160	60	40	13	520
20/10/2021	5		980	10	470	2100	10	490	140	230	190	260	190	230	150
27/10/2021		40	70	10	60	90	50	10	240	13	5	5	5	10	20
10/11/2021		60	20	70	100	120	210	200	140	100	170	150	140	1500	1500

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)

Playas – Valores de MG5 de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestréos realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvín	Honda	Ingleses	Verde	Carrasco	Miramar
17/08/2021							159								
26/08/2021							131								
31/08/2021			18			3806	77	81	204	59	70	40	78	100	245
06/09/2021						4325									
07/09/2021						2904									
13/09/2021			24		25	1011	76	89	251	57	58	44	66	105	307
16/09/2021						486									
22/09/2021			21		34	413	83	125	310	88	67	64	110	227	805
29/09/2021		17	13	16	45	266	51	116	271	85		67	122	292	861
05/10/2021			20	33	41	143	106								
06/10/2021			37	66	93	146	198	139	452	113	43	89	117	219	464
13/10/2021		17	21	50	78	156	125	124	408	209	75	146	134	167	574
20/10/2021			53	28	97	228	67	139	322	202	108	125	129	142	332
27/10/2021		26	90	32	121	268	107	69	300	94	51	55	56	44	106
10/11/2021		19	79	26	154	302	75	83	216	88	48	54	52	71	148

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)

Playas – Valores de salinidad (PSU). Muestras realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Punta Yeguas	Santa Catalina	Cerro	Ramírez	Pocitos	Buceo	Malvín	Honda	Ingleses	Verde	Carrasco	Miramar
12/04/2021							3,5								
08/06/2021							12,3								
20/07/2021			5,8	9,2	10,2	11,4	7,1	6,6	6,9	6,8	7,4	6,5	7,4	7,8	9,3
03/08/2021			6	14,2	15,5	14,9	9,7	14	13,9	14,9	16,3	16,3	14,9	17,9	15,3
17/08/2021			8,4	9,2	9,4	12,1	11,8	18,6	17,9	19,1	21	21,8	21,5	23,5	23,5
26/08/2021	10,1	10,4	13,6		18,6	19,9	19,3	23,3	24,2	21,8	21,4	18,6	20,7	22,6	23,1
31/08/2021		10	10,8			20,7	21	28,9	26,9	27,6	27	26,9	29,1	26,5	25,9
06/09/2021						22,4									
07/09/2021						24,5									
13/09/2021		7	8,1	6,7	7,4	11,5	15	13,9	17,5	17,8	19,4	19,5	21,2	21,9	20,7
16/09/2021						9									
22/09/2021	4,9	6,4	7,4		12,8	8,5	14,6	10,1	11,6	11,8	15,9	15,2	14,7	12,1	12,2
29/09/2021		4,4	5,1	7,6	7,9	9,7	16,6	22,8	24	25,8		25,3	26,5	26	25,7
05/10/2021			6,5	6,8	8,4	8,2	7								
06/10/2021	7,5		6,6	13,7	12,9	12,2	11,7	13,8	12,9	10,8	12	11,3	11,3	11,1	11,4
13/10/2021		2,8	2,7	3,7	4	4,2	4,1	7,5	7,1	8,4	8	8,2	7,2	6,5	6,5
20/10/2021	9,8		14,6	13	17,2	16	17,5	17,9	15,1	17,7	20,1	18,8	17,4	19,1	19,1
27/10/2021		5,8	5,6	5,9	9,8	10,7	11,8	12,9	14	13	13,8	13,5	13,5	15,2	15
10/11/2021		4,5	6	7,4	8,1	10,9	11,4	13,8	17,8	18,5	20,4	19,5	21,4	18,5	18,8

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)**Playas** – Valores de Temperatura (°C). Muestréos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
12/04/2021			21			
13/05/2021			16,4			
08/06/2021			14,3			
20/07/2021	9,7	12,2	13,1	9	8,4	9,4
03/08/2021	11,8	12,8	15,3	10,9	9,2	11
17/08/2021	13,7	14,6	16,6	12	12,1	12,1
26/08/2021	14,5	14	18	12,1	12	12,5
31/08/2021	17,5	16,2	18,3	12,7	14	14,1
06/09/2021		13,7				
07/09/2021		14				
13/09/2021	15,3	15	15,6	14,8	14,8	14,6
22/09/2021	16,4	16	17,4	15,5	16,4	16,2
29/09/2021	16,8	16,9	20,3	15,4	16,1	16,7
05/10/2021	17	18,7	20,9			
06/10/2021	15,9	16,2	16,5	16,5	16,3	16,3
13/10/2021	17,2	18,9	22,8	17	17,1	19
20/10/2021	18,7	19,1	23,5	18,2	19,1	20,2
27/10/2021	22,2	22,9	25,5	20,1	21	22,1
10/11/2021	20,6	21	21,3	20	20,6	20,6

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)**Playas** – Valores de Turbidez (NTU). Muestras realizadas en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
12/04/2021			260			
13/05/2021			5,9			
08/06/2021			12			
20/07/2021	32	60	75	75	110	95
03/08/2021	7,6	4,3	5,9	20	6,7	50
17/08/2021	2,8	3,1	6,8	21	6,3	55
26/08/2021	3,8	8,3	5,8	40	70	40
31/08/2021	5,3	13	4,5	150	70	180
06/09/2021		29				
07/09/2021		50				
13/09/2021	38	34	25	26	32	31
16/09/2021		12				
22/09/2021	26	29	50	55	90	75
29/09/2021	6,9	8,7	4,3	40	55	39
05/10/2021	19	8	19			
06/10/2021	25	20	10	39	50	16
13/10/2021	21	12	18	7,8	30	11
20/10/2021	18	28	18	320	380	360
27/10/2021	9,4	4,8	7,2	13	6,6	7,8
10/11/2021	13	9,1	7,2	130	80	110

TEMPORADA NO ESTIVAL (01/04/2021 al 14/11/2021)

Otros puntos costeros – Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos

Fecha	Cañada Punta Espinillo	Cañada La Colorada	Cañada Pajas Blancas	Cañada Punta Yeguas	Caño (desagüe) Santa Catalina	Cañada del Cerro	Cañada Pichuaga	Vertedero Buxareo	Vertedero Colombes	Arroyo Malvín	Arroyo Molino	Vertedero Punta Gorda	Arroyo Carrasco
20/07/2021			400	80		850000	70000			490000	500	830000	69000
03/08/2021			500	400		510000	70000	500			300	90000	28000
17/08/2021			400	100		880000	88000	1000			200	8000	17000
26/08/2021			380		390000	1100000	64000	5800			1700	100	70000
31/08/2021			700			330000	200000				200		33000
06/09/2021						60000							
07/09/2021						640000							
13/09/2021		300		320		41000		5300		350000	400	310000	28000
16/09/2021						38000	110000						
22/09/2021	10		400			34000	110000	18000		14000	200	5600	110000
29/09/2021			1500	33		38000	46000	340		540000		100	17000
05/10/2021			1800	140		100000	34000						
06/10/2021			460	220		6000	3600				120		
13/10/2021			4200	60		57000	37000	7000			360	510000	70000
20/10/2021			1000	100		720000	33000	100			360	500	12000
27/10/2021			860	20		230000	230000	11000		370000	260	20000	130000
10/11/2021			280	140		31000	87000			60000	1500	2600	150000

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)

Playas - Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreros realizados en días representativos

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramírez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Ingleses	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar	
15/11/2021			20			150	50		10000	25	3400		310	5	5	10	10			70	370	
18/11/2021													560									
22/11/2021			190			160	70		160	2200	110	2500	160	140	40	130	40	250	90	160	100	
24/11/2021	20		80	30	10	13	30	80	90	220	980	720	720	700	640	740	130	590	10	760	1100	
01/12/2021		5	5	10	5	5	5	50	250	100	140	1200	50	40	140	10	20	35	80	2700	3500	
02/12/2021																					700	
06/12/2021	20		120	5	30	30	60	40	70	530	10	440	40	50	50	360	960	60	15	300	2300	
07/12/2021		5	20000	5	280	30	1600		130	5	10	10	5	10	5	5	5	40	60	800	2800	
08/12/2021			180																			
13/12/2021	50		1900	20	2300	53	440	80	960	60	45	200	20	10	5	20	10	20	40	100	760	
14/12/2021		40	170	250	590	20	220	370	270	95	20	40	10	20	40	10	160	27	80	27	400	
15/12/2021	5		50	13	30	5	70	30	2800	210	40	30	5	5	10	20	30	100	760	2500		
16/12/2021									60													
20/12/2021		30	20	55	390	55	370	7500	900	140	20		640	120	130	70	1000	250		450	1800	
21/12/2021	20		5	20	20	5	10	100	110	20	10	110	60	260	60	10	5	20	35	220	740	
22/12/2021			60			20	50		490	75	5			5			10	5		110		
27/12/2021		13	110	80	13	40	40	5	35	210	10	5	5	50	5	50	40	5	5	20	5	
28/12/2021	10		120	20	20	150	50	20	230	20	310	5	170	50	10	30	20	5	30	40	60	
29/12/2021		95	410	70	53	10	90	20	150	5	10	40	20	10	5	5	10	20	20	210	2700	
03/01/2022	70		130	620	14000	70	430	300	1300	490	10		220	100	480	10	50	480	40	1600	1500	
04/01/2022		40	5	150	70	10	30	40	5	180	5	33	170	120	40	10	27	5	5	230	620	
10/01/2022	20		50	50	5	10	75	5	110	5	5	10	30	5	20	15	120	5	90	620	940	
11/01/2022			5			5	20		5	5	5						5			40		
12/01/2022		280	840	1300	1100	95	210	650	380	210	12000	420	40	50	5	15	25	30	5	190	100	
13/01/2022											27											
01/02/2022	390	410	70	90	40	10	25	35	80	210	580	820	1900	140	90	70	100	80	240	390	1600	
02/02/2022	5		5	5	5	60	70	80	60	200	250	140	310	2300	100	70	60	25	20	80	580	
03/02/2022													340	1100								
08/02/2022	5		80	70	60	5	27	90	20	340	360	1100	1400	500	490	160	1000	150	480	200	220	
09/02/2022		5	10	40	5	35	30	20	20	960	120	770	220	80	310	100	250	27	80	150	230	
14/02/2022	20		50	5	10	10	40	15	55	60	30	120	10	14000	67	40	60	50	30	150	80	
15/02/2022		5	60	60	5	5	60	40	67	310	90	290	290	160	95	120	100	150	30	120	150	
16/02/2022	40		20	90	5	20	300	40	53	60	40	10	180	60	80	20	25	50	20	40	250	
23/02/2022		27	20	5	5	5	20	45	90	70	180	5400	590	1100	940	280	130	140	150	440	390	
02/03/2022	80		220	10	1100	60	40	520	120	640	300	350	310	420	90	50	53	27	100	150	450	
09/03/2022	30		27	80	40	490	720	430	420	450	330	3700	220	260	70	120	95	65	40	590	1200	
14/03/2022		5	40	40	20	120	60	5	10	40	13	150	13	10	50	5	20	20	10	5	13	
15/03/2022	150		50	20	880	350	150	450	1400	300	25	270	20	50	10	5	80	190	25	15	5	
16/03/2022		30	50	120	70	40	60	53	210	60	90	670	30	1800	1200	1300	1100	1300	1800	2400	10	
17/03/2022														40				10		20		
21/03/2022	30		40	5	5	50	250	65	5	10	180	70	100	10	40	13	20	30	130	120	430	
23/03/2022	70		330	270	50	20	20	40	27	90	50	120	40	40	5	10	20	5	20	60	13	
28/03/2022		20	27	15	15	5	240	67	240	210	560	120	130	440	120	90	180	310	140	130	280	
29/03/2022	5		10	40	40	70	15	30	5400	50	190	50	980	330	110	170	130	140	90	770	280	

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)

Playas – Valores de MG5 de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestrros realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramírez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Ingleses	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar	
01/12/2021													251									
02/12/2021																					438	
06/12/2021			45			34	32		302	230	220		167	63	62	81	63			586	800	
07/12/2021			179			25	63		127	167	69	394	65	72	62	70	55	104	37	808	1199	
08/12/2021			177																			
13/12/2021			333	11	63	20	91		181	81	57	238	43	43	41	48	42	63	31	539	1799	
14/12/2021			674	17	142	22	136	86	226	69	26	133	18	21	23	20	43	34	47	214	1469	
15/12/2021			566	17	203	22	230	71	366	79	20	64	11	14	12	20	43	33	49	218	1374	
16/12/2021									355													
20/12/2021			142	28	339	24	332	193	523	61	24		20	16	15	15	44	44		236	1308	
21/12/2021	18		69	37	200	17	120	232	339	80	24	48	33	32	24	17	44	38	58	183	1002	
22/12/2021			35			14	78		382	84	15			27			44	29		186		
27/12/2021		13	32	49	71	16	55	133	159	98	13	42	25	33	24	20	33	21	35	175	367	
28/12/2021	16		38	30	36	32	52	74	208	62	20	20	44	52	18	25	33	14	33	97	251	
29/12/2021		24	70	42	40	23	39	68	145	32	17	20	58	32	18	22	13	9	25	84	255	
03/01/2022	20		133	67	83	38	83	36	238	60	17		47	26	24	15	21	16	21	124	246	
04/01/2022		36	81	101	106	33	75	30	95	71	17	21	58	50	22	15	26	16	14	144	237	
10/01/2022	17		69	92	88	25	85	30	120	34	15	13	82	31	29	12	32	16	26	286	676	
11/01/2022			37			13	70		56	26	7			20			24			286		
12/01/2022		53	42	211	196	20	84	60	67	54	27	31	62	27	25	10	29	24	18	280	749	
13/01/2022												33										
01/02/2022	41	89	37	222	185	14	47	67	38	46	86	85	154	29	44	17	33	31	29	211	675	
02/02/2022	31		37	85	38	20	56	52	63	47	188	110	164	53	32	26	39	17	26	171	558	
03/02/2022													189	155								
08/02/2022	27		41	73	37	17	46	61	45	108	442	221	407	389	54	45	60	34	64	137	454	
09/02/2022		74	47	70	37	25	50	80	59	310	176	527	573	427	93	65	130	48	62	178	342	
14/02/2022	21		27	23	14	16	36	38	40	242	180	411	201	1072	156	79	155	53	89	170	327	
15/02/2022		41	26	21	9	14	42	39	39	261	124	334	198	629	157	88	155	60	59	134	204	
16/02/2022	24		34	38	9	11	57	34	38	205	86	197	174	352	151	69	130	69	59	117	172	
23/02/2022		38	26	22	6	11	53	29	51	150	75	270	147	412	172	77	87	68	46	137	193	
02/03/2022	17		48	17	17	12	57	56	73	138	90	231	157	574	134	67	64	68	49	137	221	
09/03/2022	25		43	29	22	27	101	110	110	206	145	459	291	258	135	83	70	71	51	180	380	
14/03/2022		17	39	27	29	51	101	73	75	137	98	402	157	148	119	44	50	48	41	95	233	
15/03/2022	49		47	20	83	91	88	118	145	189	90	777	101	143	78	33	64	62	43	78	106	
16/03/2022		10	57	38	140	138	109	122	171	183	78	512	56	158	82	45	98	97	71	110	51	
17/03/2022														99				80			73	
21/03/2022	53		40	33	48	133	158	80	91	80	70	371	44	51	70	35	80	68	75	53	51	
23/03/2022	60		67	42	50	70	77	50	52	58	48	187	32	68	41	21	59	52	65	88	21	
28/03/2022		13	62	34	47	37	102	84	99	81	103	179	50	105	49	38	91	57	110	135	38	
29/03/2022	34		45	40	25	27	64	49	130	56	154	128	109	75	79	76	101	37	143	108	85	

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)

Playas – Valores de Salinidad (PSU). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Los Cilindros	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Ramírez	Pocitos	Puerto del Buceo	Buceo	Malvin	Brava	Honda	Ingleses	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar	
15/11/2021			10,2			12,3	16		15,7	14,8	24,2		23,9	24,9	24,7	24,7	22,9			23,9	24,7	
18/11/2021													7,8									
22/11/2021			8,4			9,8	10,2		11,3	9,2	13,5	12	12,8	12,2	13	12,6	11,9	12,3	11,8	12,9	12,9	
24/11/2021	7,3		10,1	10,7	9,8	15,2	13,5	14,4	16,3	15,7	18,2	16,4	17,9	18,1	17,9	18	17,9	18,3	17,4	18,8	19,2	
01/12/2021		5,8	6,2	6,3	6,3	7,2	7,4	7,4	7,3	7,9	8,8	8,8	9,1	9,3	9,5	9,8	9,3	9,6	9,7	9,5	9,3	
02/12/2021																					12,9	
06/12/2021	7,1		7,6	7,7	7,2	11,1	12,3	11,7	13,7	15,2	18,5	18	19,3	19,1	20,2	20	20,2	20,1	20,1	21,7	20,3	
07/12/2021		7,5	9,7	9	8,2	15,9	16,9		17,8	17,6	18,9	17,9	19,2	18,7	19,9	20,8	20,3	19,9	20,5	19,8	21	
08/12/2021			8,8																			
13/12/2021	8,4		9,2	11,8	12,3	14,8	14,5	13,1	14,3	16,6	24,4	26,7	25	23,5	22	22,6	23,7	23,4	24,5	26,3	28,3	
14/12/2021		21,3	25,5	25,7	27,2	25,1	27,8	23,2	19,1	27,2	25,5	24,8	23	28,2	26,8	28,4	29,1	28,6	26,9	26	26,9	
15/12/2021	23,3		27	26,5	22	25,5	29,3	26,8	27,8	26,7	27,8	25,3	28,3	30	28,9	29,1	29,1	29,4	29,1	28,9	28,9	
16/12/2021									20,8													
20/12/2021		13,7	16,6	15,8	16,7	26,1	21,2	21,2	26,2	28,1	29,1		28,6	29,1	28	28,5	28,4	28,9		29,4	28	
21/12/2021	13,7		15,1	15,2	13	25,2	20,7	19	29	29,5	30,2	29	30,3	29,7	30,1	29,6	29,3	29	29,6	29,3	28,8	
22/12/2021			17,4			19,6	27,5		19,2	31,3	30			30,4			29,7	30,2		30,1		
27/12/2021		8,9	10,1	11,1	13	8,1	9,8	11	7,6	19,1	13,3	12,8	12,6	14,1	13,8	13,4	14,2	14,3	14,4	12,8	12,8	
28/12/2021	12,1		22,4	19,8	19,1	22,5	24,9	24,5	24,3	24,8	21,3	23,2	26,4	25,1	27,3	23,2	24,8	27,3	28,2	25,2	27,7	
29/12/2021		25	25,8	25,9	25,3	26,1	26,5	27,7	26,9	30,3	26,2	26,3	24,8	29,3	29,2	28,6	28,7	28,7	27,9	28,3	27,7	
03/01/2022	19,5		18,9	19,6	19,8	22,7	22,4	22,1	24,7	27,7	30,8		30,7	30,8	30,4	31,3	30,5	30,5	30,4	30,7	30,5	
04/01/2022		17,8	18,1	20	15,3	27,3	23,1	25,4	22,8	20,8	30,1	29,5	29,3	30,1	30,7	30	30,4	30,2	30,1	30,9	30,1	
10/01/2022	25,2		28,8	28,9	28,6	28,7	28,9	30,4	28,7	29,2	30,4	28,5	28,9	29	28,8		29,2	29	29	28,9	28	
11/01/2022			30,3			29,5	29,9		30,4	30,2	30,5			31,2			30,6			30,3		
12/01/2022		29,1	28,4	29,4	27,6	20,8	21,5	22,4	21,6	29,8	29,7	29,2	30	29,5	29,8	29,8	30,8	30,7	29,7	30,4	30,9	
13/01/2022											31,2											
01/02/2022	15,2	18,3	18,3	18,2	16,6	21,7	21,4	25,3	20,3	21,5	26,3	24,1	26,2	26,1	25,2	26,4	25,9	25,3	26,6	26,3	26,6	
02/02/2022	14,2		13,6	13,9	12	16,3	16,3	16,8	18,5	19,4	22,1	20,9	22,4	26,2	25,9	24,7	24,9	25,5	26,4	25,8	25,2	
03/02/2022													25,9	26,3								
08/02/2022	9,8		10,3	10,3	10,8	11,5	11,1	11,8	11,9	12	12,8	12,4	12	12,3	12,8	13,2	13,2	12,8	12,8	13	13,4	
09/02/2022		8,6	8,7	8,6	8,9	10,3	10,5	10,5	10,7	11	13,3	13,1	13	12,1	15,1	13,4	13,1	13,6	14,3	14,4	15,2	
14/02/2022	10,5		11,8	12,1	11,3	13,5	13,6	13,7	13,8	14,9	17,3	16,9	17,3	16,7	17,2	18	18,1	16,7	16,8	17,4	18,1	
15/02/2022		8,9	10,1	9,1	9,3	11,4	11	11,2	12,4	12,2	14,8	14,8	14,6	14,2	14,6	14,4	14,2	14,5	15	15,1	15,5	
16/02/2022	8,6		9,6	9,4	9,2	12,5	12,8	12,1	12,8	13,1	13,9	14,2	14,4	16,6	17,4	17,3	17,5	17,2	16,6	17,5	16,1	
23/02/2022			8,5	8,5	8,6	9,3	9,3	9,7	10	11,5	13,1	13,2	13,4	13,3	13	13,1	13,4	12,9	12,7	13	13	
02/03/2022	9,5		9,1	8,8	8,4	11,1	10,7	10,6	12,4	11,7	22,4	21,7	21,7	22,1	22,5	19,3	18,4	19,1	21,3	23,1	23,3	
09/03/2022	8,1		9,7	9,4	9,3	11,6	12,1	11,6	13,5	13,3	15,2	13,3	14,8	15,1	15,4	15,9	14,5	16	16,8	16,9	16	
14/03/2022		7,1	7,3	7,3	7	10,6	10,4	10,5	11,4	12,1	11,6	11,7	11,8	11,9	14,3	13,9	12,8	12,8	13,1	12,9	12,8	
15/03/2022	7,7		8,7	8,4	8,1	14,6	13,3	11,1	15	10,9	15,3	13,7	17,6	12,9	18,4	14	13,3	13,6	14,4	17,2	17,8	
16/03/2022		8,6	12,4	11,4	9,6	13,3	14,1	14	16,1	15,6	15,1	14,6	14,8	15,6	18,6	17,4	17,1	18,3	19,2	18,3	18,5	
17/03/2022														20,2				22,4		22,3		
21/03/2022	11,2		11,9	11,5	13,5	12,2	12,9	14	12,9	16,4	17,2	17,4	18	18,2	18,7	18,4	18,2	17,4	19,6	20,3	19,3	
23/03/2022	18,9		22,8	22,5	22,2	21,6	23	22,4	23,5	22,9	22,1	21,9	22,5	22,4	23	23,3	22,8	23,6	24,2	24,5	25,1	
28/03/2022		5,3	5	5,1	5,3	5,9	6,3	7,7	7,6	7,8	10,1	10,7	10,6	10,7	11	11,1	10,8	11,6	11,5	11	11,9	
29/03/2022	5,2		5,8	5,9	5,6	6,3	7,1	7,5	8,7	7,7	11,1	10,9	14,4	16	16,4	17,2	16,2	15,8	15	13,8	14,3	

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)

Playas – Valores de Temperatura (°C). Muestreos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
15/11/2021	23	22,5	26,8	21,7	21,6	21,8
22/11/2021	22,9	24,1	24,1	23	25	24,2
24/11/2021	22,6	22,4	25,2	22,1	21,4	22
01/12/2021	22	23	25	21,4	22,6	21,6
02/12/2021						25,5
06/12/2021	21,5	23,9	28,8	22,8	23,7	24,1
07/12/2021	23,6	22,8	29	23,5	23,4	24,7
08/12/2021	24,3					
13/12/2021	23,2	24,1	26,5	22,7	23,7	24
14/12/2021	22,4	23,1	26,7	22,8	23,4	23,4
15/12/2021	22,6	22,7	23,9	22,6	22,5	22,6
20/12/2021	25	25,8	29,4	25,2	26	26,4
21/12/2021	23,4	29	25,4	24	23,7	23,6
22/12/2021	24,8	25,8	29,5	26,4	26,6	27
27/12/2021	24,8	25,5	26,4	24,6	25,4	25,3
28/12/2021	24,8	26,4	28,4	25	25,4	25,6
29/12/2021	23,7	25,8	26,7	24,4	24,1	24,1
03/01/2022	27	28,2	30	26,4	27	27,3
04/01/2022	26	26,6	27,2	26,7	27,1	27,9
10/01/2022	24,2	25,1	26,6	25	24,9	25
11/01/2022	23,6	25	27,5	25,7	25,6	25,5
12/01/2022	25,1	26	26	25,3	25,2	26,2
01/02/2022	23,7	24,2	25,4	23	23,6	22,9
02/02/2022	25	25,4	27	25	25	25
03/02/2022					25	
08/02/2022	22	24	24,6	22	22,6	22,6
09/02/2022	22,7	25,2	26,9	23	23,4	23,7
14/02/2022	22,5	23,7	24,1	22	22,8	22,4
15/02/2022	23,4	24,6	26,4	23	23	23,7
16/02/2022	23	25,1	26,7	24,2	23,7	24,6
23/02/2022	23,1	24	25,3	23	23,7	23,7
02/03/2022	22	24	24,6	23	22	23
09/03/2022	22	23	22,7	22,9	22,7	22,9
14/03/2022	21,1	23,7	23,8	22	22,1	22,5
15/03/2022	22,3	23,6	23,2	23	22,7	23,7
16/03/2022	23	23,5	24	22,9	23,6	23,6
21/03/2022	18,6	20,4	20,8	19,4	20,2	20,3
23/03/2022	21,2	23,1	24	20,7	21,7	23
28/03/2022	19,6	22	22,6	20	20,4	20,4
29/03/2022	19,4	21,6	24,3	20,4	20,6	21

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)

Playas – Valores de Turbidez (NTU). Muestréos realizados en días representativos.

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
15/11/2021	3,7	2,8	6,5	120	37	19
22/11/2021	6,5	9,1	20	90	30	22
24/11/2021	45	19	50	130	85	190
01/12/2021	13	15	23	32	33	13
02/12/2021						120
06/12/2021	11	10	27	16	19	29
07/12/2021	6,5	55	45	45	75	32
08/12/2021	14					
13/12/2021	31	9,9	16	5,7	5,7	19
14/12/2021	130	37	190	60	70	29
15/12/2021	65	23	20	50	70	50
16/12/2021		26				
20/12/2021	9,7	16	18	65	22	65
21/12/2021	10	55	45	55	70	35
22/12/2021	9,8	45	50	25	24	40
27/12/2021	14	6,5	60	18	10	12
28/12/2021	3,8	11	19	34	26	60
29/12/2021	9,8	15	15	75	80	260
03/01/2022	4,3	33	18	19	32	110
04/01/2022	2,5	8,9	14	29	24	110
10/01/2022	14	50	5,7	75	140	45
11/01/2022	7	10	23	60	40	80
12/01/2022	85	13	65	95	55	34
13/01/2022				32		
01/02/2022	10	6,6	7,6	45	45	80
02/02/2022	7,6	8,5	7,5	65	31	34
03/02/2022					15	
08/02/2022	18	9,9	15	35	45	21
09/02/2022	1,6	3,7	6,6	15	8,7	17
14/02/2022	4,8	3,3	7,9	5,8	8,2	4,4
15/02/2022	3,1	3,3	8,3	19	2,7	7,8
16/02/2022	1,3	4,4	2,3	12	30	50
23/02/2022	6,5	11	7,9	40	12	7,5
02/03/2022	100	8,6	28	100	37	160
09/03/2022	3,2	24	15	60	65	70
14/03/2022	1,2	3,6	3	6,1	2,7	5,2
15/03/2022	1,9	2,9	5,8	11	4	12
16/03/2022	2,6	2,7	2,5	4,6	2,9	3,7
17/03/2022					5	1
21/03/2022	6,2	12	36	140	85	25
23/03/2022	4,8	10	8	25	22	80
28/03/2022	6,2	12	23	65	34	15
29/03/2022	4,5	3,4	3,9	85	130	290

TEMPORADA ESTIVAL (15/11/2021 al 31/03/2022)
Otros puntos costeros – Valores puntuales de coliformes fecales (ufc/100 mL). Muestreos realizados en días representativos

Fecha	Cañada Pajas Blancas	Cañada Zabala	Cañada Punta Yeguas	Caño (desagüe) Santa Catalina	Cañada del Nacional	Cañada del Cerro	Cañada Pichuaga	Vertedero Buxareo	Vertedero Colombes	Arroyo Malvín	Arroyo Molino	Vertedero Punta Gorda	Arroyo Carrasco
15/11/2021	1200		120			250000		26000		1200000			
22/11/2021	520		180			75000		200			3200	600	70000
24/11/2021	2900	2600	300		2100	890000	140000			1100000	740	2000	330000
01/12/2021	1400	2200	140		800	350000	120000	5900		630000	3500	6300	130000
06/12/2021	360	840	80		280	54000	720000	50			460	50	280000
07/12/2021	400	820000	40			82000	120000	540			700	100	130000
08/12/2021	260												
13/12/2021	1000	2200	260		2500	290000	360000	50			1800	50	230000
14/12/2021	180	90	60		1300	220000	140000	80			680	60	60000
15/12/2021	940	2200	120		2000	590000	130000	10			220	10	230000
20/12/2021	340	4100	680		2600	68000	85000	40				10	
21/12/2021	540	3300	140		3200	95000	120000	100			680	40	310000
22/12/2021						60000	120000						
27/12/2021	320	2300	1100		1200	90000	420000	200		800	2200	100	240000
28/12/2021	40	1300	1600		1900	90000	490000	100		320	220	10	350000
29/12/2021	140	1100	920		81000	130000	240000	4100		160	120	40	460000
03/01/2022	200	2300	380		880	350000	470000	10				40	290000
04/01/2022	100	920	180			1100000	590000	120			360	10	280000
10/01/2022	240	5300	900			210000	580000	19000			180	10	170000
12/01/2022	100	1900	460				890000	50	100	50	1500	40	23000
01/02/2022	2500	12000	1100	53000	1500	160000	140000	16000		7000000	780	220000	170000
02/02/2022	1000	15000	240	460000	2200	35000	97000	1000		4000000	660	240	400000
08/02/2022	180	5400	480		2800	84000	140000	970000		2800000	4500	2200000	19000
09/02/2022	400	2800	1100	15000	2600	39000	130000	18000		3300000	19000	240000	120000
14/02/2022	900	2700	440		3100	630000	130000	210000		7300000	1400	140000	14000
15/02/2022	260	3800	80		23000	4500000	360000	2400		2300000	860	4000	54000
16/02/2022	180	2200	260		1700	55000	140000			1000000	580	25000	30000
23/02/2022	140	1000	180		820	10000	40000	3000		16000	1200	30000	8900
02/03/2022	980	3200	480	58000	920	23000	380000	500		650000	1100	750	28000
09/03/2022	200	21000	300		500	90000	280000	17000			1100	25000	59000
14/03/2022	100	300	140		80	5000	250000	40			1800	1000	73000
15/03/2022	30	360	150	500	160	1900000	140000	100	380		220	2900	64000
16/03/2022	120	420	730			26000	250000	180			600	1200	27000
21/03/2022	240	10000	440	840000	2000	15000	130000				800	100	11000
23/03/2022	140	4000	120		1000	52000	200000	20000			500	9900	4900
28/03/2022	60	16000	160			92000	160000	300			13000	500	33000
29/03/2022	40	2900	40		400	2900000	30000	32000			800	440	15000