



**Intendencia  
Montevideo**



# **PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA Y SEDIMENTOS DE LOS HUMEDALES DEL RÍO SANTA LUCÍA INFORME ANUAL 2024**

**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental  
Gerencia de Gestión Ambiental  
Departamento de Desarrollo Ambiental  
Intendencia de 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**

**Intendente**

Mauricio Zunino

**Secretaria General**

Olga Otegui

**Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental**

Guillermo Moncecchi

**Gerenta 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:**

Daniel Sienna

Jimena Risso Barros

Bruno D'Alessandro

Gustavo Saona

Mary Yafalián

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

Bruno D'Alessandro, Maria Mercedes De Maio, M<sup>a</sup> Eugenia Echezarreta, Tania Hernández, Leticia Iribarne, Valentina Milan, 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:

Angela Silveira, Paulina Díaz, Milagros Valverde, Erika Machín, Sofía Martínez, Lucía de la Canal, Marcia Rivera, Eugenia Longo, Melissa López, Federica Mendoza

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



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

**1 MONITOREO REALIZADO POR EL SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL DE LA INTENDENCIA DE MONTEVIDEO.**

En el año 2009 se inicia por parte de este Servicio el estudio de la calidad del agua y sedimentos de los Humedales del Santa Lucía (Cuenca Baja del Río Santa Lucía). Con el apoyo de la Prefectura de Santiago Vázquez, con personal y embarcación, se extraen muestras de agua con una frecuencia de 4 veces por año (estacional) y de los sedimentos superficiales dos veces por año (verano e invierno), en un total de 10 puntos (Figura 2 y Tabla 1).

El área de estudio se ubica en el curso del Río Santa Lucía en su tramo inferior y desembocadura, así como también en dos sitios sobre uno de sus tributarios, el arroyo Colorado, que atraviesa las ciudades de Las Piedras y La Paz. A su vez, se ubicó un sitio en la pista de regatas (SLU4), que recibe las aguas del A° San Gregorio, el cual atraviesa varios barrios de Montevideo.

La caracterización de los arroyos Las Piedras y San Gregorio se realizó dentro del Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo.

(<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua> ).



**Figura 1.** Humedales del Río Santa Lucía

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



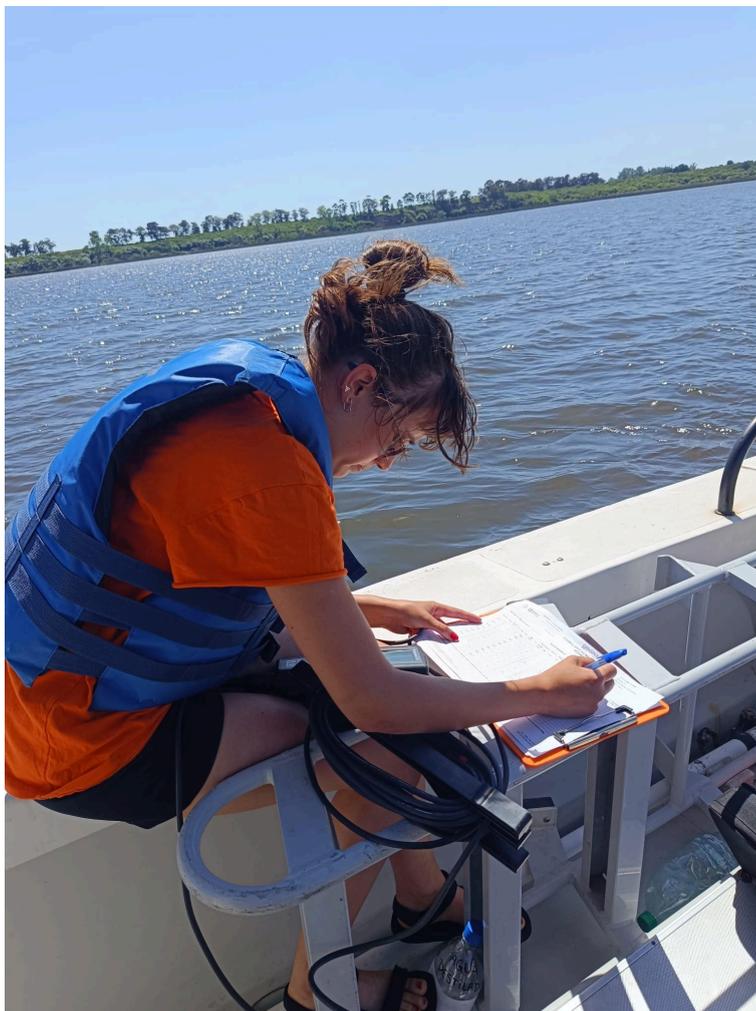
**Figura 2.** Estaciones de monitoreo de la cuenca del Río Santa Lucía (SLU: Santa Lucía, C: A° Colorado). Fuente: Google Earth®

Punto de muestreo	Coordenadas
C1	34° 42' 54.00"S 56° 20' 16.05"W
C2	34° 43' 27.68"S 56° 21' 7.38"W
SLU1	34° 43' 30.08"S 56° 21' 20.63"W
SLU2	34° 43' 46.45"S 56° 21' 13.00"W
SLU2b	34° 44' 30.40"S 56° 20' 56.70"W
SLU3	34° 46' 20.70"S 56° 20' 35.20"W
SLU4	34° 46' 52.10"S 56° 19' 53.70"W
SLU5	34° 47' 2.80"S 56° 21' 7.00"W
SLU6	34° 47' 14.30"S 56° 22' 14.00"W
SLU7	34° 46' 57.24"S 56° 23' 0.42"W

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.



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



**Figura 3.** Trabajo de campo en el Río Santa Lucía.

El presente informe compila los resultados obtenidos a partir de las cuatro campañas de muestreo de agua realizadas durante el año 2024, correspondientes a las siguientes fechas: 17 de enero, 9 de abril, 7 de agosto y 30 de octubre.

Por motivos climáticos y logísticos, no fue posible llevar a cabo la recolección de muestras de sedimentos durante las campañas de verano (enero) e invierno (agosto).



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

**Objetivos del estudio de calidad del agua y sedimentos**

- Realizar un diagnóstico amplio de la calidad del agua del Río Santa Lucía y sus afluentes en la zona de los humedales dentro del departamento de Montevideo, identificando vulnerabilidades y áreas de actuación, evaluando su conformidad con la legislación ambiental.
- Evaluar la calidad del agua y sedimentos de forma espacial y temporal del Río Santa Lucía y A° Colorado desde el punto de vista microbiológico, fisicoquímico y ecotoxicológico (bioensayos).
- Presentar a la sociedad, de forma transparente, los resultados del monitoreo.



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

**Parámetros analizados y metodología utilizada en los estudios de agua y sedimentos**

Agua		Método de Referencia
Parámetros físico-químicos	pH	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-H+
	Conductividad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2510 B.
	Oxígeno Disuelto	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-O G.
	Salinidad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2520 B.
	Temperatura	SMEWW, 24th Ed. Met. 2550 B.
	Turbiedad	SMEWW, 24th Ed. Met. 2130B
	Nitrógeno Total	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama, 1981
	Fósforo Total	Valderrama J.C. (1981) SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-PD
	Amonio	SMEWW, 24th Ed. Met. 4500-NH3-F
		ASTM D 6919-03
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW, 24th Ed. Met. 5210 B
	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW, 24th Ed. Met. 2540 D.
	Cromo Total	SMEWW, 24th Ed. Met. 3111
Plomo Total	SMEWW, 24th Ed. Met. 3111	
Parámetro microbiológico	Coliformes Fecales	SMEWW, 24th Ed. Met. 9222 D
Parámetro biológico	Clorofila <i>a</i>	SMEWW, 24th Ed. Met. 10150 B
Parámetros Ecotoxicológicos	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)
	<i>Hydra vulgaris</i>	Trottier <i>et al.</i> (1997); Castillo-Morales (2004)
	<i>Daphnia magna</i>	ISO 6341 (2013); Castillo-Morales (2004)
	<i>Artemia franciscana</i>	Protocolo ARTOXKIT M® (MicroBioTests Inc.)
<b>Sedimentos</b>		
Parámetros Ecotoxicológicos	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)
Parámetros químicos	Cromo Total	EPA Method 3051 A (Digestión ácida asistida por microondas, de sedimentos, suelos y lodos). SMEWW, 24th Ed. Mét. 3111 B.
	Plomo Total	EPA Method 3051 A. (Digestión ácida asistida por microondas, de sedimentos, suelos y lodos). SMEWW, 24th Ed. Mét. 3111 B

**Tabla 2.** Parámetros analizados en agua y sedimentos y metodología de referencia.



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

**Evaluación de los parámetros analizados**

Para cada variable se presentan dos tipos de gráficos, uno con los resultados de los muestreos realizados en el año 2024 evaluando los sitios ubicados en la cuenca principal del Río Santa Lucía y los sitios en los afluentes. En éstos se muestran, a su vez, los resultados obtenidos en superficie y en profundidad. Por otra parte se muestran gráficos de cajas y líneas (Box plot) en donde se representa para cada sitio un resumen de todos los datos desde el comienzo del monitoreo en el 2009.

En los gráficos de cajas y líneas se presentan los siguientes elementos: la mediana (línea central), el percentil 25 (límite inferior de la caja), el percentil 75 (límite superior de la caja), el mínimo (extremo de la línea inferior) y el máximo (extremo de la línea superior). Los puntos aislados son valores extremos. Para el procesamiento de los datos se utiliza el programa Stata/SE versión 12.1.

Para el caso de la evaluación de los parámetros Ecotoxicológicos (Bioensayos) los resultados se expresan en forma de tabla, de acuerdo a las guías utilizadas siguiendo el criterio adoptado por MVOTMA (2017b).



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

**Normativas y guías de referencia**

*Agua*

Los parámetros coliformes fecales, fósforo total, oxígeno disuelto, pH, turbidez, amoníaco<sup>1</sup>, DBO<sub>5</sub>, plomo y cromo total se evalúan de acuerdo a la Clase 3 del Decreto 253/79 (Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica) de acuerdo a clasificación definida en la Resolución Ministerial 99/2005 del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Las variables nitrógeno total y clorofila a, que no están contempladas en el anterior Decreto, se evalúan de acuerdo a los límites propuestos en la Mesa Técnica del Agua (MVOTMA, 2017a) para cursos de agua mayores a orden 3 (clasificación basada en la cantidad de afluentes). Para la evaluación Ecotoxicológica, se utiliza el criterio adoptado por MVOTMA (2017b).

Parámetro	Unidad	Valor/Categoría	Referencia
Coliformes fecales	ufc/100 mL	≤2000*	Decreto 253/79
Fósforo Total	mg/L	≤0,025	
Oxígeno Disuelto	mg/L	>5,0	
pH	-	6,5 – 8,5	
Turbiedad	NTU	≤50	
Amoníaco	mg/L	≤0,02	
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Máx. 10	
Plomo Total	mg/L	Máx. 0,03	
Cromo Total	mg/L	Máx. 0,05	

**Tabla 3a.** Normativas y guías de referencia

<sup>1</sup> Se calcula a partir del amonio según <https://floridadep.gov/sites/default/files/unnh3sop.pdf>  
Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay  
Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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

Parámetro	Unidad	Valor máximo	Referencia
Nitrógeno Total	mg/L	1,00	Mesa Técnica de Agua (MVOTMA, 2017a)
Fósforo Total	mg/L	0,07	
Clorofila a	µg/L	30	

**Tabla 3b.** Valores guía para cursos de agua de orden mayor a 3, de acuerdo a la referencia citada.

*Sedimentos*

A efectos de realizar la evaluación de los metales Pb y Cr, y debido a que no existe hasta el momento reglamentación nacional, se han tomado como referencia los niveles guía establecidos por Canadá, para la protección de la vida acuática en las *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*<sup>2</sup>, en donde se establecen dos niveles de concentración, ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines/ Guías Provisorias de Calidad de Sedimentos) y PEL (Probable Effect Levels/ Niveles de Efecto Probable), quedando definidos los siguientes tres niveles:

- concentraciones menores de ISQG, raramente asociadas a efectos biológicos adversos;
- concentraciones entre ISQG y PEL, ocasionalmente asociadas a efectos biológicos adversos;
- concentraciones superiores a PEL, frecuentemente asociadas a efectos biológicos adversos

Conc. raramente asociadas a efectos adversos	Conc. ocasionalmente asociados a efectos adversos	Conc. frecuentemente asociados a efectos adversos
<b>Pb (mg/kg)</b>		
< 35	> 35 < 91,3	> 91,3
<b>Cr (mg/kg)</b>		
< 37,3	> 37,3 < 90	> 90

**Tabla 4.** Valores guía de cromo y plomo para sedimentos de cursos de agua dulce “Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life”.

<sup>2</sup> [https://elaw.org/es/system/files/sediment\\_summary\\_table.pdf](https://elaw.org/es/system/files/sediment_summary_table.pdf)



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

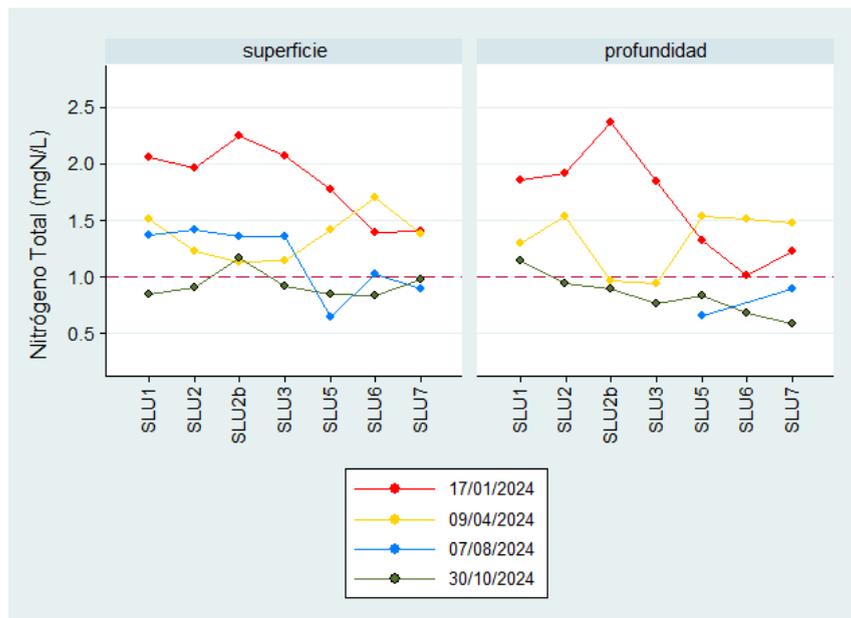
## Resultados analíticos en agua

### Nitrógeno Total

El nitrógeno desempeña un papel crucial en la vida acuática, siendo fundamental para el desarrollo de algas y plantas. Se encuentra naturalmente en diversas formas, como  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NO}_3^-$ . Aunque en bajas concentraciones puede limitar la vida, su exceso puede tener efectos perjudiciales en el equilibrio ambiental. El ingreso de nitrógeno al medio acuático puede ocurrir de manera natural a través de las lluvias y el aire, de forma antropogénica mediante vertidos puntuales (caños, vertederos, etc.) o aportes difusos (escorrentía).

El nitrógeno total es un indicador ampliamente utilizado en el análisis de muestras de agua, ya que refleja la suma de todas las formas de nitrógeno presentes. Dependiendo de la fuente de nitrógeno, su asimilación en el ecosistema acuático requiere varias etapas de reducción (mediadas por enzimas como la nitrato y nitrito reductasa) para finalmente convertirlo en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Este último es la forma de nitrógeno de menor costo energético para su asimilación, lo que lo convierte en un aspecto de gran importancia en el estudio de las floraciones y otros fenómenos acuáticos.

En resumen, el nitrógeno es esencial para la vida acuática, pero su presencia en el agua debe mantenerse en equilibrio, ya que tanto la escasez como el exceso pueden tener efectos significativos en el medio ambiente. El monitoreo del nitrógeno total y la comprensión de las diversas formas en las que se presenta son fundamentales para gestionar adecuadamente los ecosistemas acuáticos.



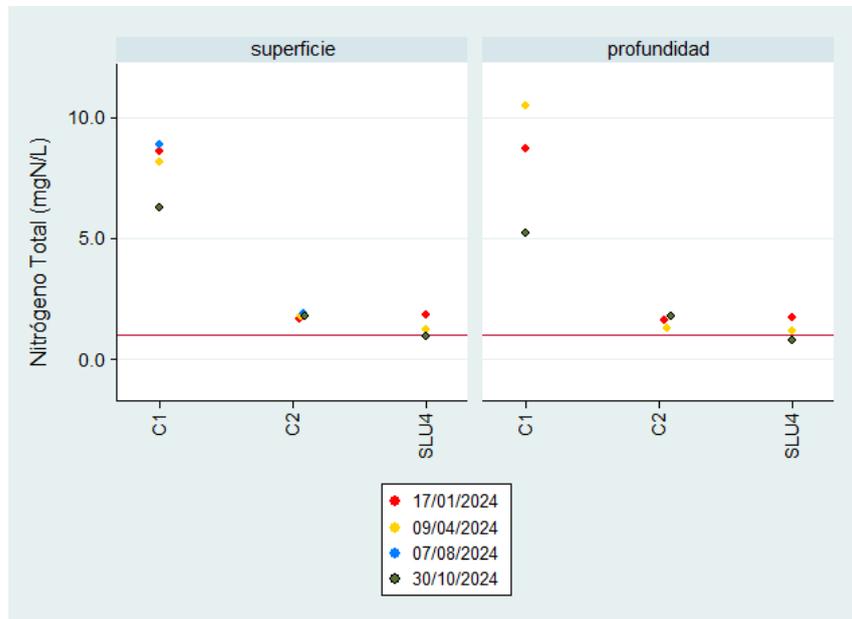
**Figura 4.** Nitrógeno Total río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja punteada representa el valor de 1,0 mg N/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.

Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay

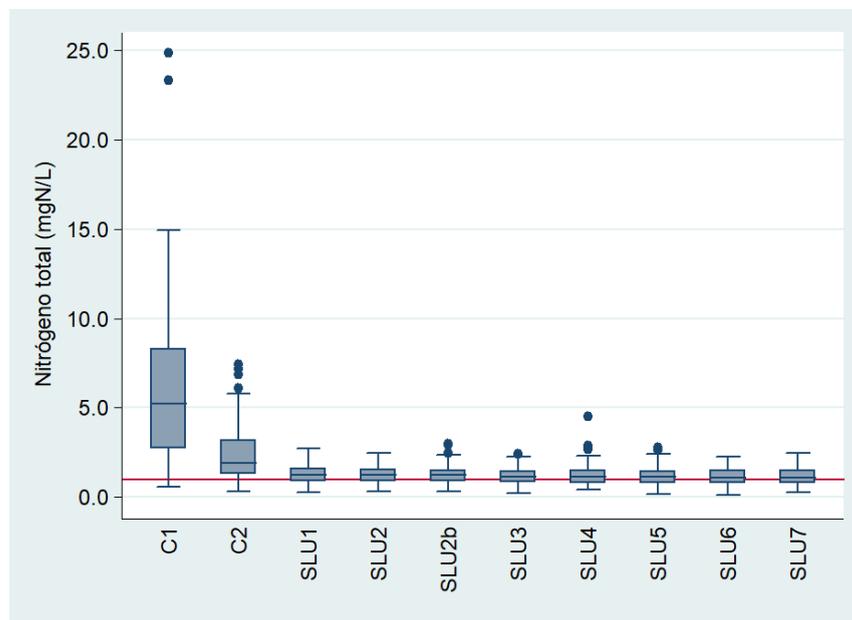
Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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



**Figura 5.** Nitrógeno Total Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja punteada representa el valor de 1,0 mg N/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.



**Figura 6.** Nitrógeno Total río Santa Lucía y afluentes en todos los muestreos 2009 – 2024. La línea roja representa el valor de 1,0 mg N/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.



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

Durante el año 2024 las concentraciones más bajas de nitrógeno total se observaron en el Río Santa Lucía durante el mes de octubre.

*Amonio-Amoníaco*

El equilibrio entre el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es un proceso químico importante en la química del nitrógeno y la química del agua. Este equilibrio se ve influenciado por factores como el pH y la temperatura, desplazándose hacia la formación de uno u otro.

Todos los resultados de amoníaco obtenidos fueron inferiores a lo que indica la normativa, excepto en C1 en los muestreos de agosto y octubre, donde alcanzó los valores de 0.08 y 0.11 mg/L respectivamente.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

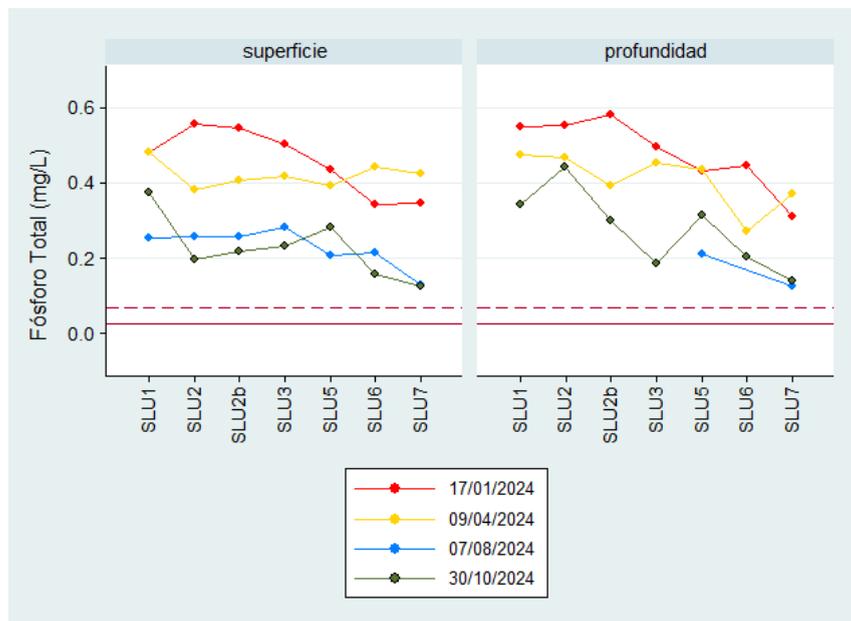
#### Fósforo Total

El aumento de la carga de nutrientes en los sistemas acuáticos tiene un efecto significativo en el aumento de la abundancia de productores primarios, como plantas acuáticas, algas y cianobacterias. Estas cargas de nutrientes se evalúan utilizando el fósforo total, que es el principal indicador utilizado en la actualidad.

El fósforo, al igual que el nitrógeno, es un factor limitante crucial para la productividad de los organismos que habitan en el medio acuático. Es responsable de regular el crecimiento y desarrollo de estas formas de vida acuática. Sin embargo, cuando hay un exceso de fósforo en el agua, puede desencadenar el proceso de eutrofización.

La eutrofización es un fenómeno en el cual el agua se enriquece en nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, provocando un crecimiento descontrolado de algas y cianobacterias. Este crecimiento excesivo de productores primarios puede agotar el oxígeno en el agua y alterar el equilibrio del ecosistema acuático. Como resultado, puede haber problemas graves para la vida acuática, como la muerte de peces y otros organismos, y la pérdida de biodiversidad.

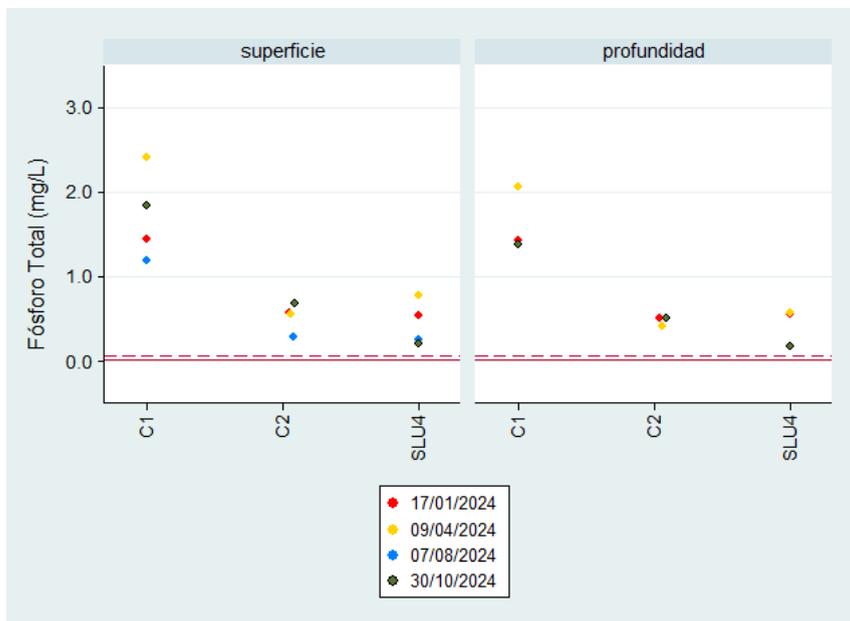
Por lo tanto, es de vital importancia controlar y gestionar adecuadamente las cargas de nutrientes, especialmente el fósforo, en estos sitios. Esto ayudará a preservar la salud y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, asegurando una sostenibilidad a largo plazo para la vida que depende de ellos.



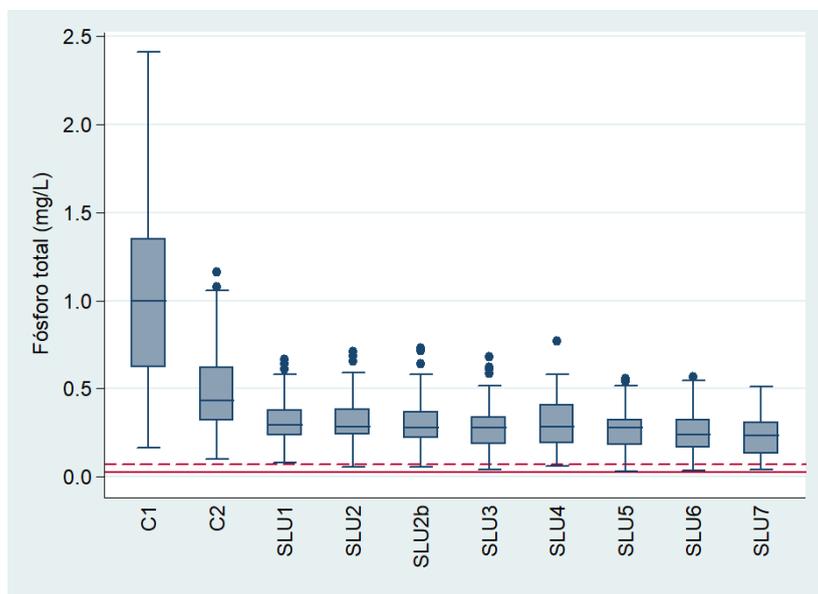
**Figura 7.** Fósforo Total río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja continua representa el valor de 0,025mg/L, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 y la línea roja punteada representa el valor de 0,07 mg/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.



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



**Figura 8.** Fósforo Total Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja continua representa el valor de 0,025 mg P/L, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 y la línea roja punteada representa el valor de 0,07 mg P/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.



**Figura 9.** Fósforo Total río Santa Lucía y afluentes en todos los muestreos 2009-2024. La línea roja inferior representa el valor de 0,025mg/L, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 y la línea roja superior representa el valor de 0,07 mg/L, límite propuesto en la Mesa Técnica del Agua para cursos mayores a orden 3.

Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay  
Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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

Durante el año 2024, al igual que en años anteriores se encontró que la concentración de fósforo total en el Río Santa Lucía y sus afluentes superó significativamente los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la clase 3 de agua (0,025 mg P/L), así como los límites propuestos por la Mesa Técnica del Agua.



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

**Índice del Estado Trófico**

Este índice (Lamparelli, 2004) se puede calcular basado en la concentración de clorofila *a*, nitrógeno total, fósforo total y/o transparencia del agua. En el caso de los Humedales del Santa Lucía se calcula solamente en base a la concentración de fósforo total debido a que en los sistemas acuáticos del Uruguay el fósforo ha mostrado ser la variable crítica de la calidad del agua. Evaluando de esta forma se está considerando el peor escenario o la condición más conservadora para la determinación del estado trófico.

Para el cálculo se utiliza la media geométrica por estación de monitoreo y por año de muestreo. (Anexo 1).

Nivel trófico	IET	Color Indicador
Ultraoligotrófico	$\leq 47$	Cyan
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	Blue
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	Green
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	Yellow
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	Orange
Hipereutrófico	$> 67$	Red

**Tabla 5.** Índice de Estado Trófico (IET) (Lamparelli, 2004).

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SLU1	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	SUPER	SUPER	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER
SLU2	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER						
SLU2b	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER
SLU3	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER
SLU4	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER
SLU5	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER
SLU6	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER
SLU7	EUTRO	EUTRO	EUTRO	SUPER	SUPER	EUTRO	EUTRO	SUPER	EUTRO	SUPER	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO	EUTRO
C1	HIPER	HIPER	HIPER	SUPER	HIPER	HIPER	HIPER	HIPER	HIPER	HIPER	SUPER	HIPER	HIPER	SUPER	HIPER
C2	SUPER	SUPER	SUPER	SUPER	SUPER	HIPER	HIPER	SUPER							

**Tabla 6.** Evaluación del Índice de Estado Trófico de todos los sitios de muestreo en el período 2010 – 2024.

Se observa que el sitio C1 es el que presenta mayores niveles de IET a lo largo del monitoreo en todos los años. Se observa un deterioro en el IET en el 2024.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

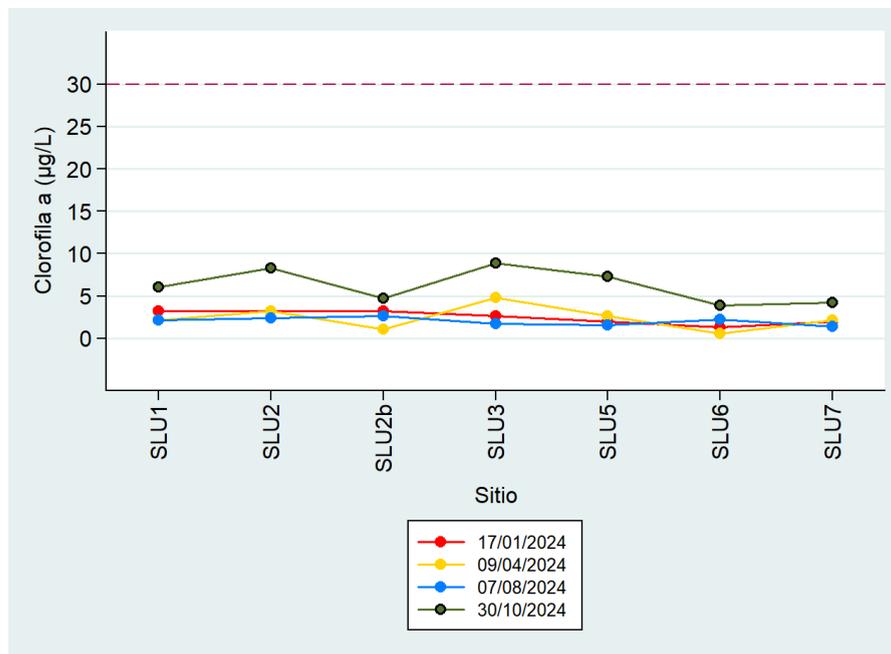
Unidad Calidad de Agua

#### Clorofila a

La clorofila a es un pigmento fotosintético que se encuentra tanto en las plantas como en el fitoplancton, que comprende a las algas microscópicas y las cianobacterias. Se emplea como un indicador global y no específico de la concentración de fitoplancton en un cuerpo de agua.

La medición de la clorofila a es una herramienta importante para evaluar el estado trófico de un ecosistema acuático. El estado trófico hace referencia al nivel de nutrientes y materia orgánica presentes en el agua, y está estrechamente relacionado con la productividad biológica y la capacidad del agua para mantener vida acuática. La concentración de clorofila a está directamente relacionada con la cantidad de biomasa de fitoplancton presente, y un aumento en su concentración puede indicar una mayor productividad y posibles problemas de eutrofización en el ecosistema.

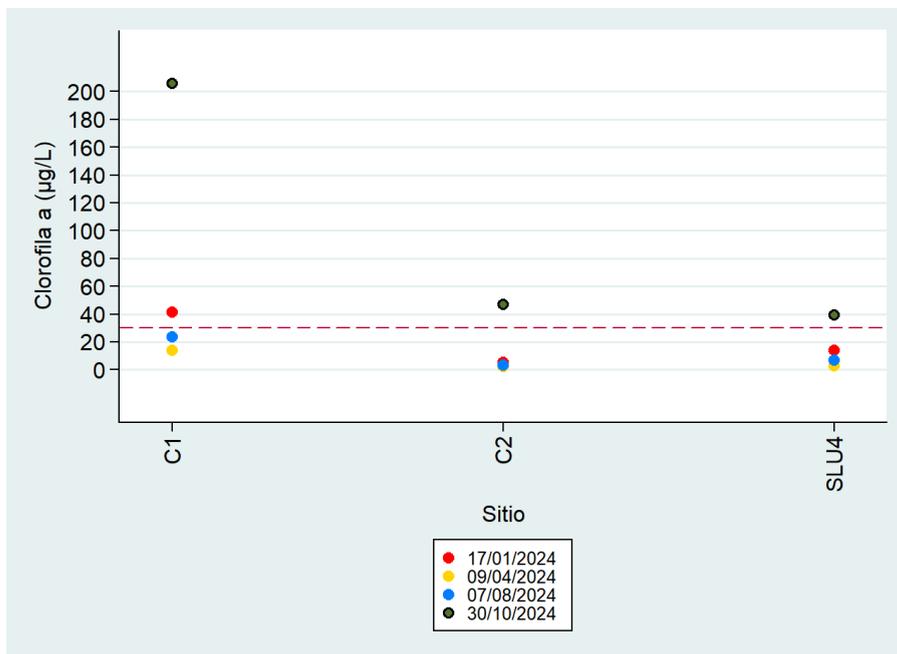
Es relevante tener en cuenta que la clorofila a es un indicador inespecífico, lo que significa que su concentración puede estar influenciada por diversos factores, como la disponibilidad de nutrientes (por ejemplo, nitrógeno y fósforo), la temperatura, la intensidad de la luz solar y otros factores ambientales. Por lo tanto, para obtener una evaluación completa del estado trófico de un cuerpo de agua, es necesario considerar otros parámetros asociados, tales como los niveles de nutrientes, la turbidez y la presencia de otras especies de fitoplancton y algas. Combinar estos indicadores proporciona una visión más precisa y detallada del estado del ecosistema acuático.



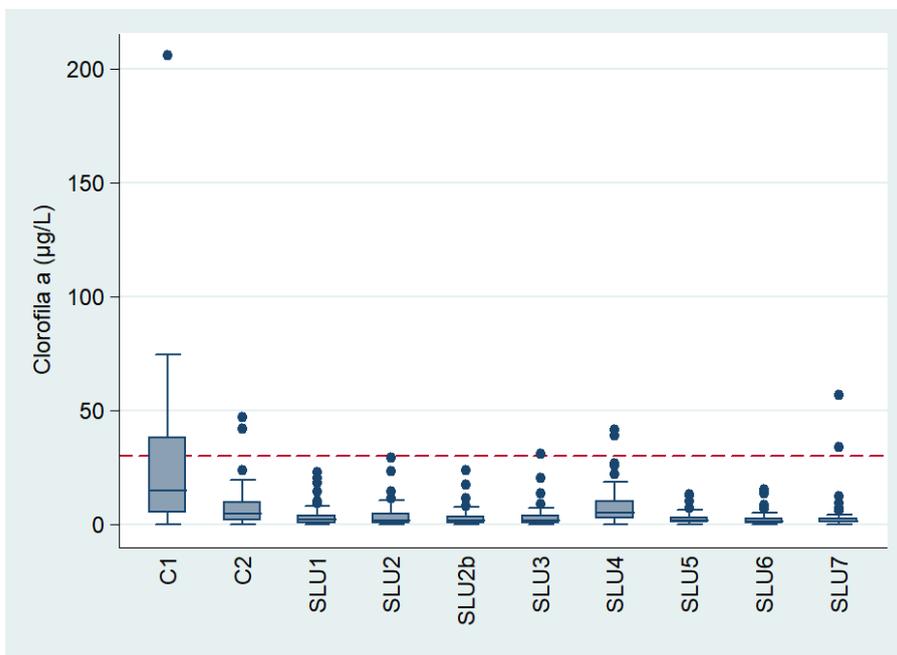
**Figura 10.** Clorofila a en el río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja punteada representa el valor de 30 µg/L (ver tabla 3b).



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



**Figura 11.** Clorofila a en el río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja punteada representa el valor de 30 µg/L (ver tabla 3b).



**Figura 12.** Clorofila a en el río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja punteada representa el valor de 30 µg/L (ver tabla 3b).

Durante todo el año 2024, los valores de clorofila a en el Río Santa Lucía se mantuvieron por  
Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay  
Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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

debajo del límite establecido por la Mesa Técnica del Agua para cursos de agua mayores a orden 3. Esto indica que la concentración de éste indicador en el río principal se mantuvo dentro de los niveles considerados aceptables para la calidad del agua. En los afluentes hubo tres valores que superan dicho límite.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

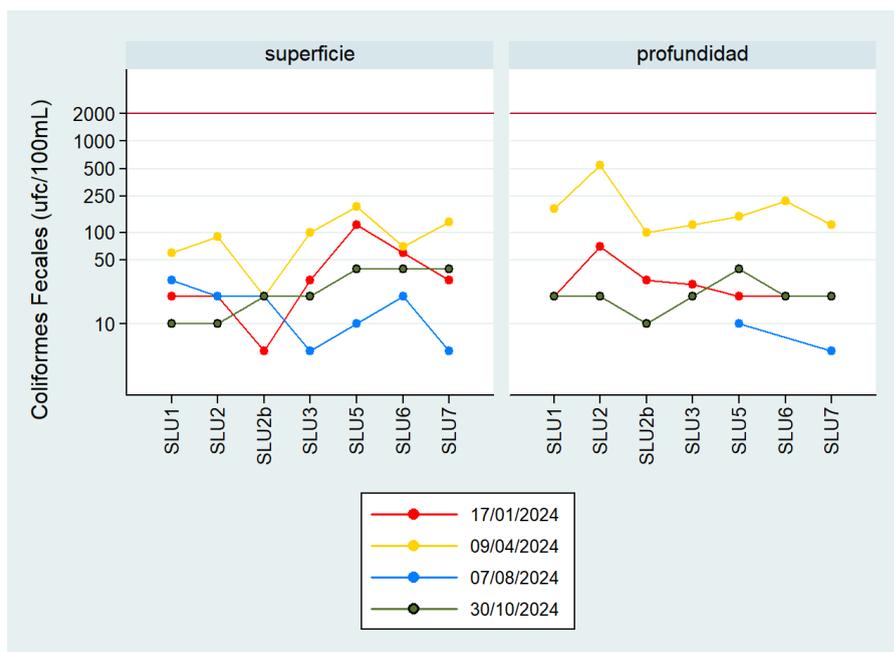
#### Coliformes fecales

Los coliformes fecales son un grupo de bacterias intestinales que se utilizan como indicador de contaminación fecal en el ambiente acuático.

Para evaluar los resultados de los coliformes fecales, se aplica el criterio de la clase 3 establecido por el Decreto 253/79 y sus modificaciones posteriores. Este criterio establece que el límite puntual no debe exceder las 2000 unidades formadoras de colonias (ufc) por cada 100 mililitros en al menos 5 muestras.

En las Figuras 13 y 14 se presentan los valores registrados durante los muestreos llevados a cabo en el año 2023, mientras que en la figura 19 se muestra un resumen de todos los datos recopilados desde el inicio del monitoreo.

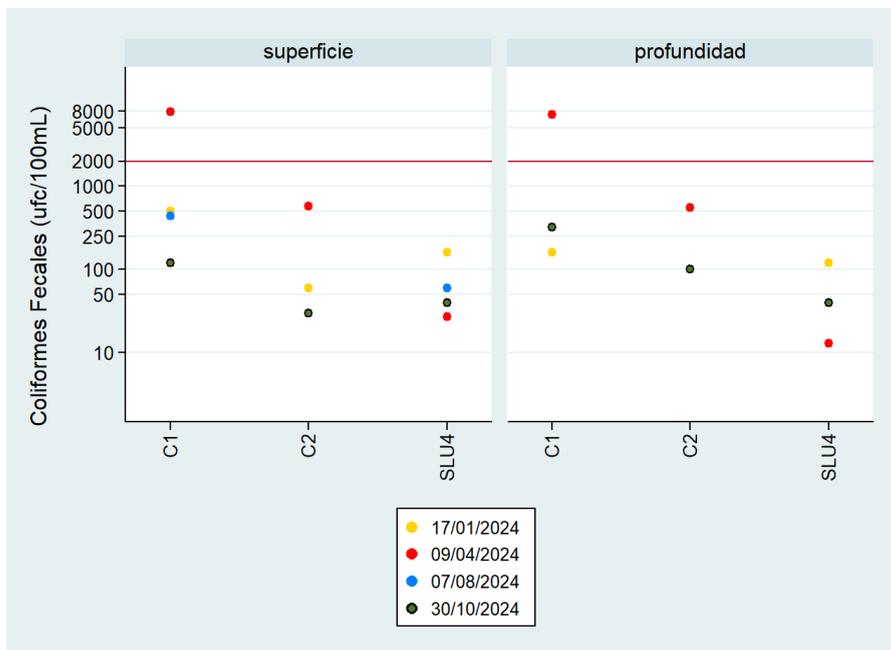
El seguimiento y análisis de los coliformes fecales son fundamentales para evaluar la calidad del agua y la presencia de posibles fuentes de contaminación fecal en el ambiente acuático. Al comparar los resultados con los límites establecidos, se puede tomar acción en caso de que se superen los valores permitidos, con el objetivo de mantener y proteger la salud del ecosistema acuático y garantizar la seguridad del agua para diversos usos, como recreación y abastecimiento.



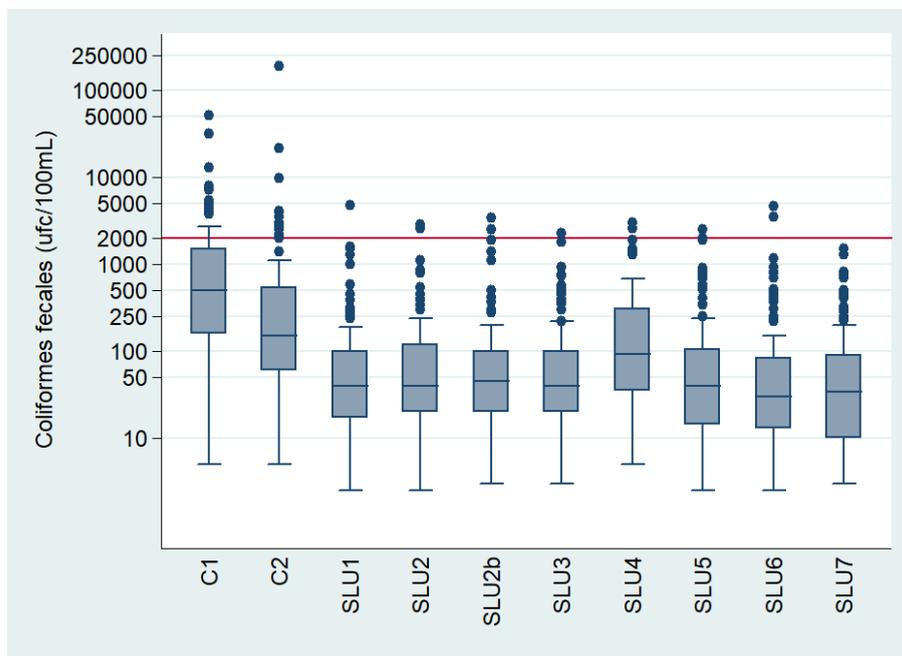
**Figura 13.** Coliformes Fecales en río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite establecido en el Decreto 253/79 para valores puntuales de la Clase 3 (2000 ufc/100mL).



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



**Figura 14.** Coliformes Fecales en en los afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100mL) límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



**Figura 15.** Coliformes Fecales en río Santa Lucía y Afluentes en todos los muestreos 2009 - 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



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

Durante el año 2024, todos los análisis de coliformes fecales realizados en el río Santa Lucía mostraron resultados por debajo del límite establecido en el Decreto 253/79, que es de 2000 unidades formadoras de colonias (ufc) por cada 100 mililitros.

Sin embargo, en sus afluentes se registró un caso excepcional en el que se superó este umbral. El sitio C1, en el muestreo de abril, presentó una concentración que excede dicho límite.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

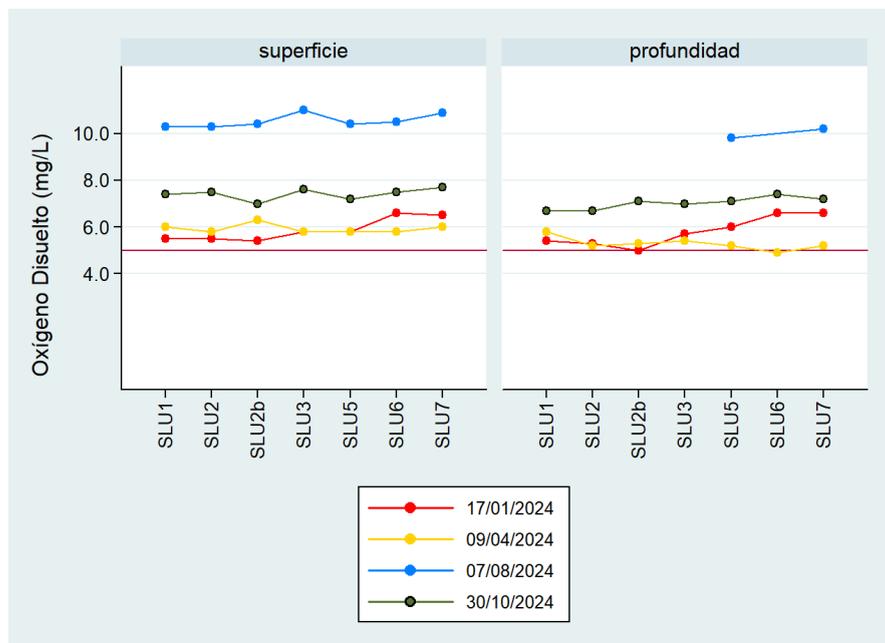
Unidad Calidad de Agua

#### Oxígeno Disuelto

La materia orgánica presente en el agua es descompuesta por microorganismos como bacterias y algas en un proceso que implica el consumo de oxígeno. Cuando hay una gran cantidad de materia orgánica, éstos microorganismos pueden consumir una cantidad significativa de oxígeno, lo que puede llevar a niveles muy bajos en el agua.

El oxígeno disuelto en el agua es un indicador importante de su calidad y es vital para la vida en el medio acuático. Los organismos acuáticos dependen de éste para llevar a cabo sus funciones vitales, como la respiración. Niveles bajos de oxígeno pueden resultar en condiciones adversas para la vida acuática y pueden llevar a la muerte de peces y otros organismos.

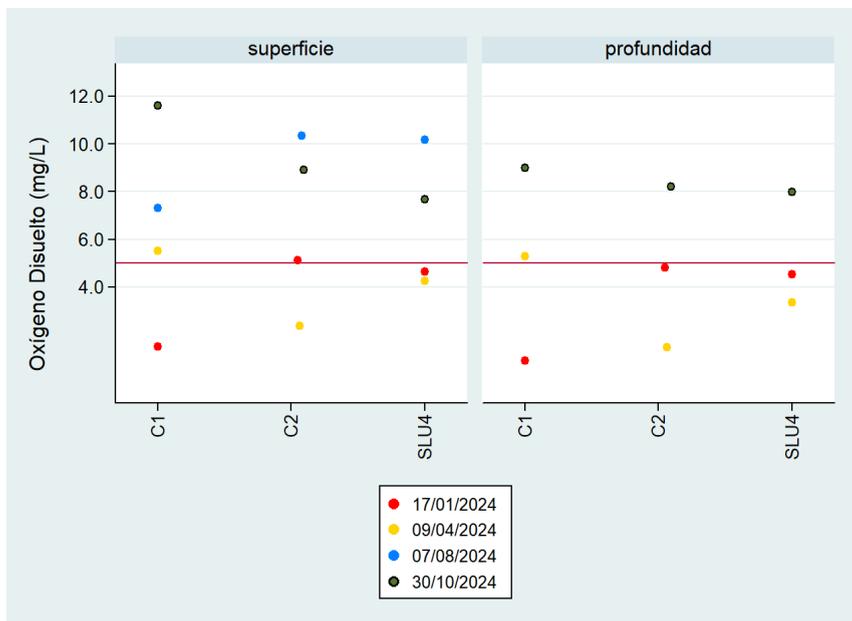
Por lo tanto, el monitoreo del oxígeno disuelto en el agua es esencial para evaluar la salud del ecosistema acuático y para tomar medidas adecuadas en caso de que se detecten bajos valores. Mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto es crucial para proteger y preservar la vida en los cuerpos de agua y para asegurar la sostenibilidad del medio acuático en general.



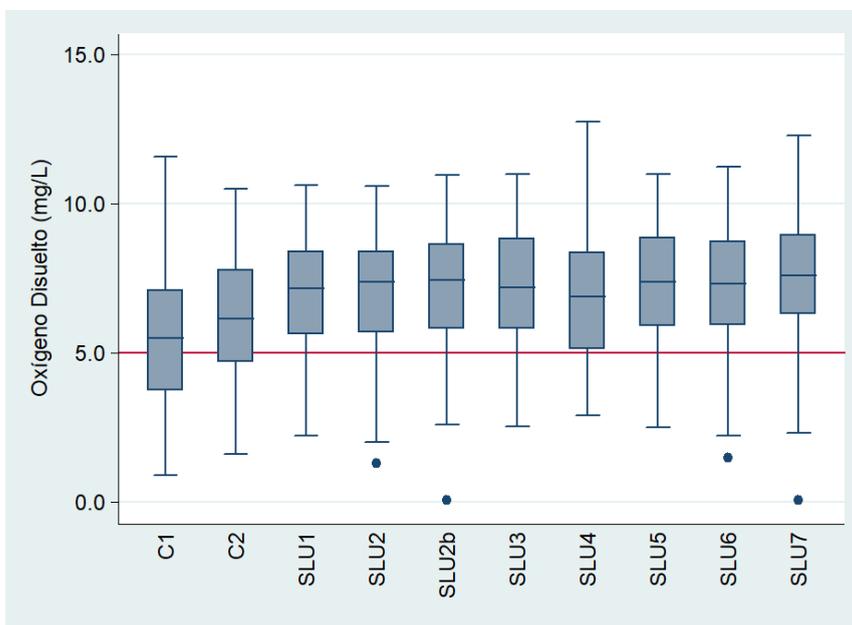
**Figura 16.** Oxígeno Disuelto en río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L) límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



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



**Figura 17.** Oxígeno Disuelto en Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L) límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



**Figura 18.** Oxígeno Disuelto en río Santa Lucía y Afluentes en todos los muestreos 2009 - 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Durante el año 2024, todos los valores de oxígeno registrados en los muestreos del Río Santa Lucía se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable, no ocurriendo lo mismo en los afluentes.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

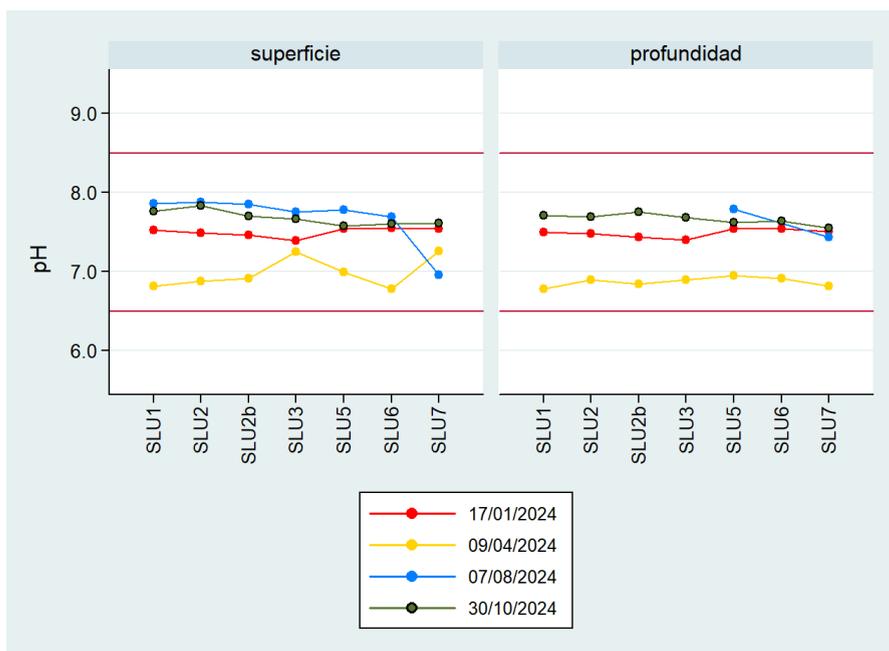
Unidad Calidad de Agua

#### pH

El pH es una medida que indica la concentración de iones  $H^+$  y  $OH^-$  en un medio acuoso y es ampliamente utilizado para evaluar la calidad de un curso de agua.

En general, en las aguas naturales, el pH tiende a variar entre 6 y 9. Estas fluctuaciones pueden atribuirse a diversos factores, tales como la temperatura del agua, la descomposición de la materia orgánica presente, los desechos provenientes de actividades agrícolas, los drenajes ácidos o la presencia de sitios eutrofizados. En este último caso, las altas tasas de fotosíntesis generadas por las floraciones de algas y cianobacterias pueden influir en los niveles de pH del agua.

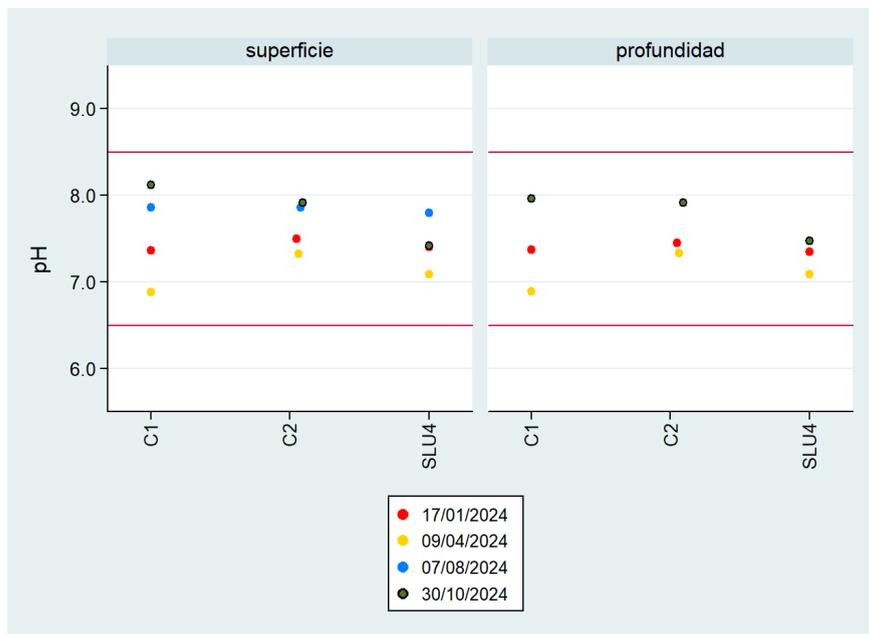
El control y seguimiento del pH en el agua son fundamentales para entender el estado del ecosistema acuático y detectar posibles alteraciones en su equilibrio. Los cambios significativos en el pH pueden tener efectos negativos en la vida acuática, ya que algunos organismos son altamente sensibles a las variaciones de acidez o alcalinidad. Por lo tanto, mantener un pH dentro de los rangos naturales adecuados es esencial para garantizar la salud del ecosistema acuático y la protección de la biodiversidad que depende de él.



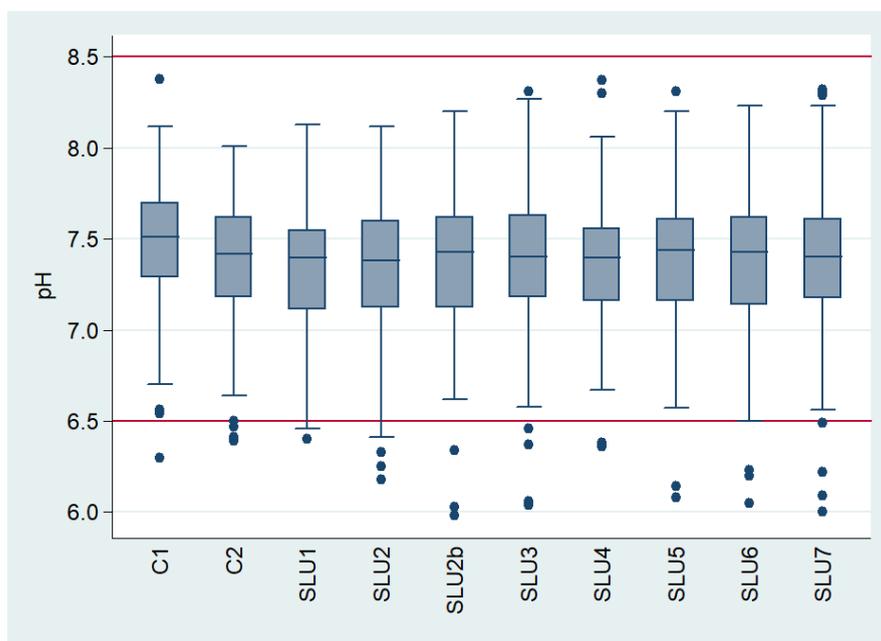
**Figura 19.** pH en el río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. Las líneas rojas indican el valor mínimo (6,5) y el máximo (8,5), límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



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



**Figura 20.** pH en Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. Las líneas rojas indican el valor mínimo (6,5) y el máximo (8,5), límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



**Figura 21.** pH en río Santa Lucía y Afluentes en todos los muestreos 2009 – 2024. Las líneas rojas indican el valor mínimo (6,5) y el máximo (8,5), límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3. Los resultados obtenidos durante el año 2024 demostraron que todos los valores se mantuvieron dentro de los límites permitidos por la normativa establecida en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

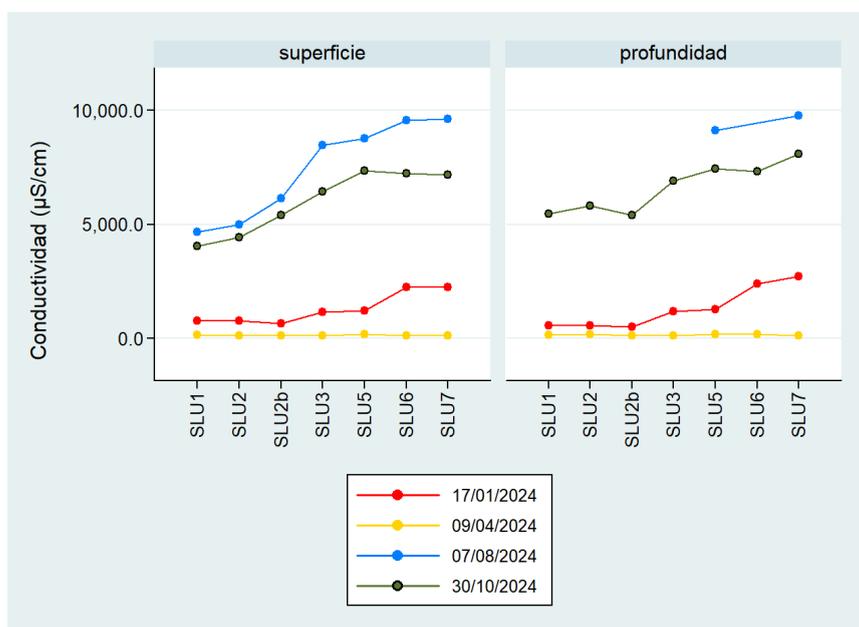


**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**  
**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**  
SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL  
Unidad Calidad de Agua

En la gráfica 21, vemos que a lo largo del tiempo los valores de pH se mantienen dentro del rango de la normativa, con pocos valores por debajo del rango.

**Conductividad**

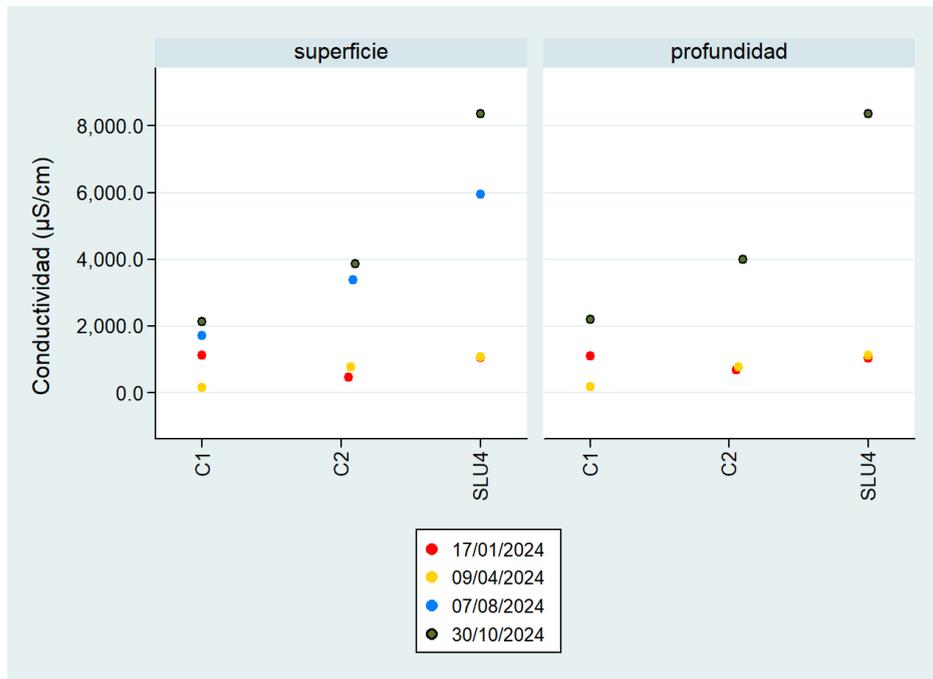
La conductividad del agua refleja la capacidad que tiene la misma de conducir la corriente eléctrica y ésta varía en función de la presencia de iones. Los factores que la modifican pueden ser el ingreso de agua salada por estar cerca de un estuario, presencia de contaminantes con el aumento de la carga de iones entre otros.



**Figura 22.** Conductividad en río Santa Lucía en los muestreos del año 2024.



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



**Figura 23.** Conductividad en Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024.

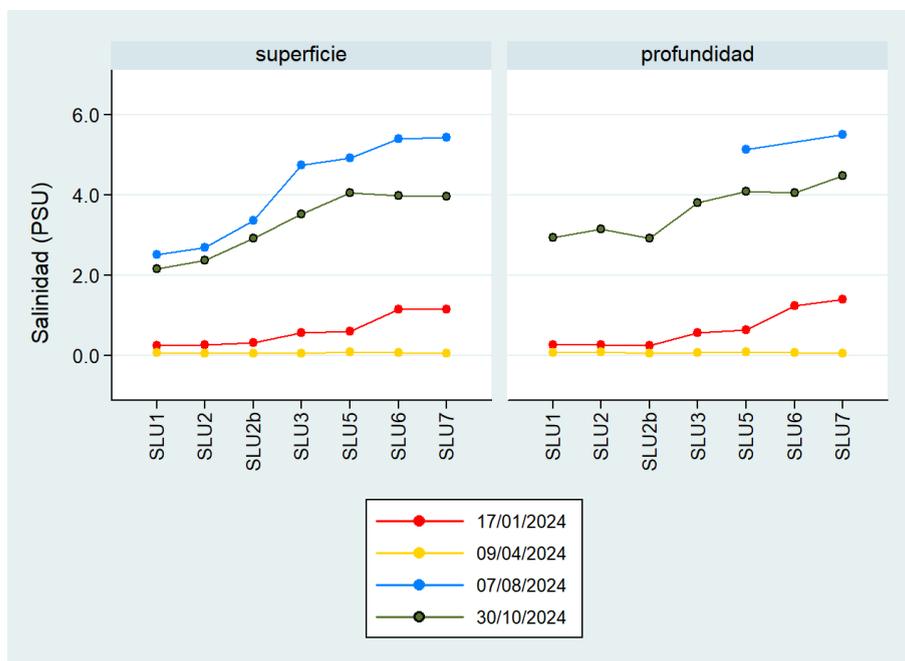
La conductividad del agua en el Río Santa Lucía muestra un comportamiento bastante lineal a lo largo del cauce hasta la desembocadura. Durante el muestreo realizado en agosto se observaron los valores más bajos registrados, casi cercanos a cero.

### Salinidad

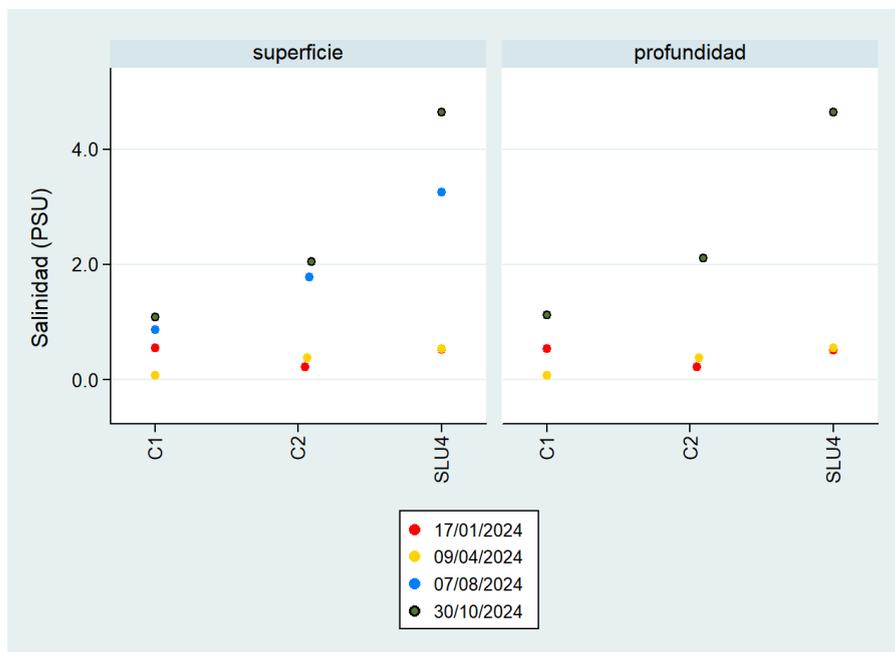
La salinidad refleja directamente el contenido de sales minerales disueltas siendo la principal en el agua marina el cloruro de sodio. La misma presenta un comportamiento similar al de la conductividad.



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



**Figura 24.** Salinidad en río Santa Lucía en los muestreos del año 2024.



**Figura 25.** Salinidad en Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

#### Turbidez

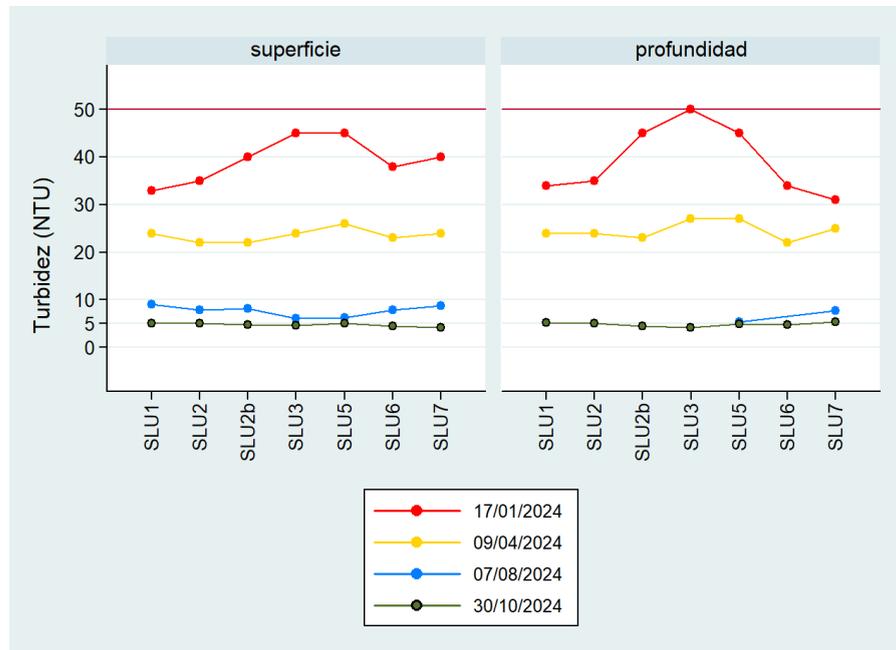
La turbiedad o turbidez del agua de un río es una medida que indica el grado de opacidad o claridad del agua debido a la presencia de partículas suspendidas en ella. Estas partículas pueden ser sedimentos, arcillas, materia orgánica, microorganismos u otras sustancias que no están disueltas en el agua y que la hacen parecer turbia o poco transparente.

La turbiedad se evalúa generalmente midiendo la cantidad de luz que se dispersa o bloquea debido a las partículas presentes en el agua. Se expresa en unidades nefelométricas de turbidez (NTU), que es una medida estándar aceptada para cuantificar.

La presencia de una alta turbiedad en el agua puede deberse a diversas razones, como actividades humanas que erosionan el suelo, descargas de aguas residuales, deforestación, entre otras. La turbiedad no solo afecta la apariencia visual del agua, sino que también puede tener implicaciones ambientales y ecológicas.

Una elevada turbiedad puede reducir la penetración de la luz solar en el agua, lo que afecta la fotosíntesis de las plantas acuáticas y la producción de oxígeno. Además, las partículas suspendidas pueden transportar nutrientes y contaminantes, lo que puede tener impactos negativos en la vida acuática y la calidad del agua.

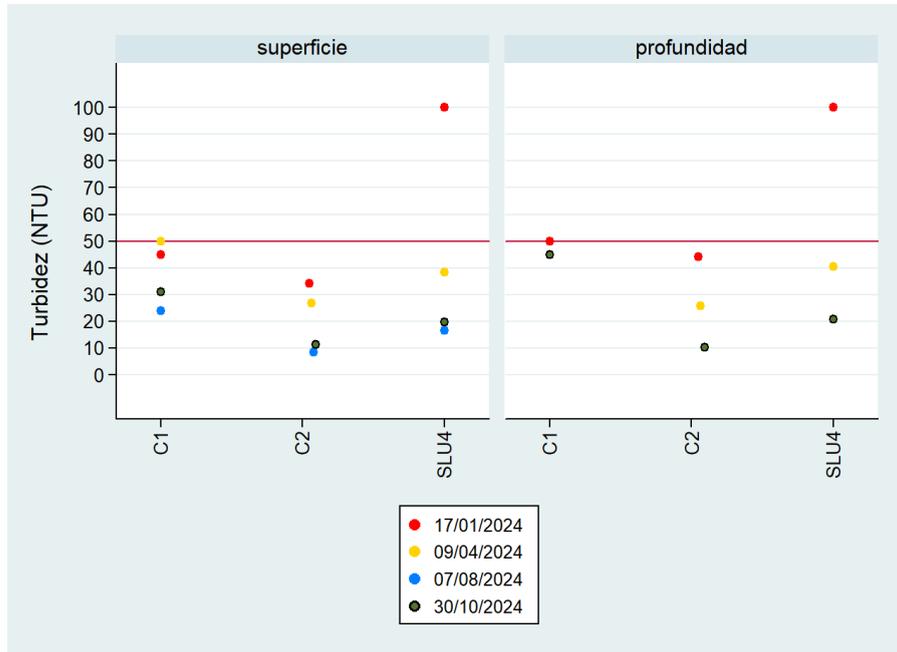
El monitoreo de la turbiedad es una herramienta valiosa para evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos y tomar medidas adecuadas para mitigar los efectos negativos de la turbiedad excesiva. Además, también es útil en la gestión del agua para diferentes usos, como el suministro de agua potable, la agricultura y la industria donde puede influir en la eficiencia de los procesos de tratamiento y utilización del agua.



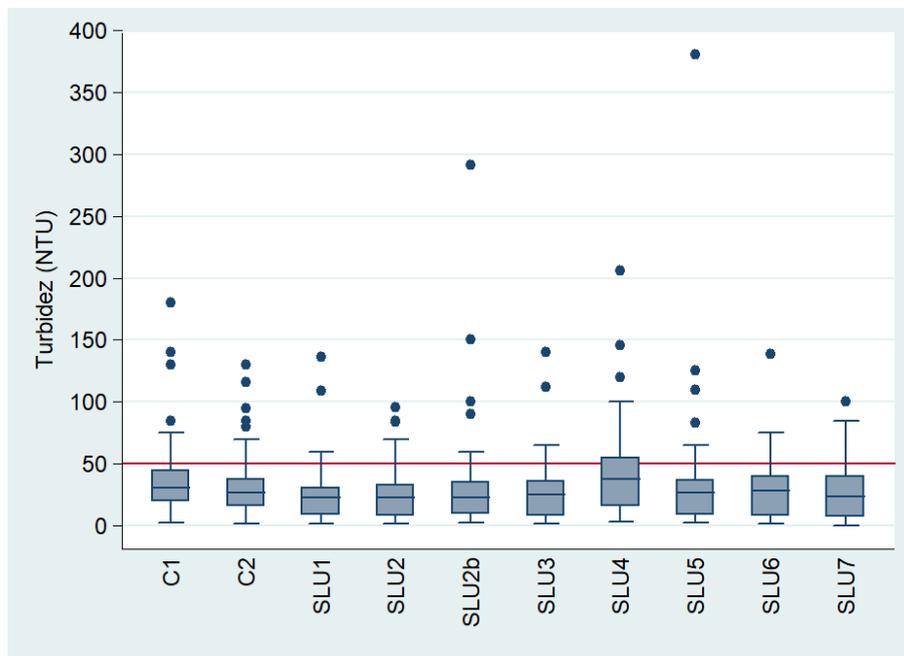
**Figura 26.** Turbidez en río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor de 50 NTU, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



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



**Figura 27.** Turbidez en Afluentes del río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor de 50 NTU, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



**Figura 28.** Turbidez en río Santa Lucía y Afluentes en todos los muestreos 2009 - 2024. La línea roja



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

indica el valor de 50 NTU, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

En los muestreos del año 2024 todos los valores de turbidez fueron aceptables.

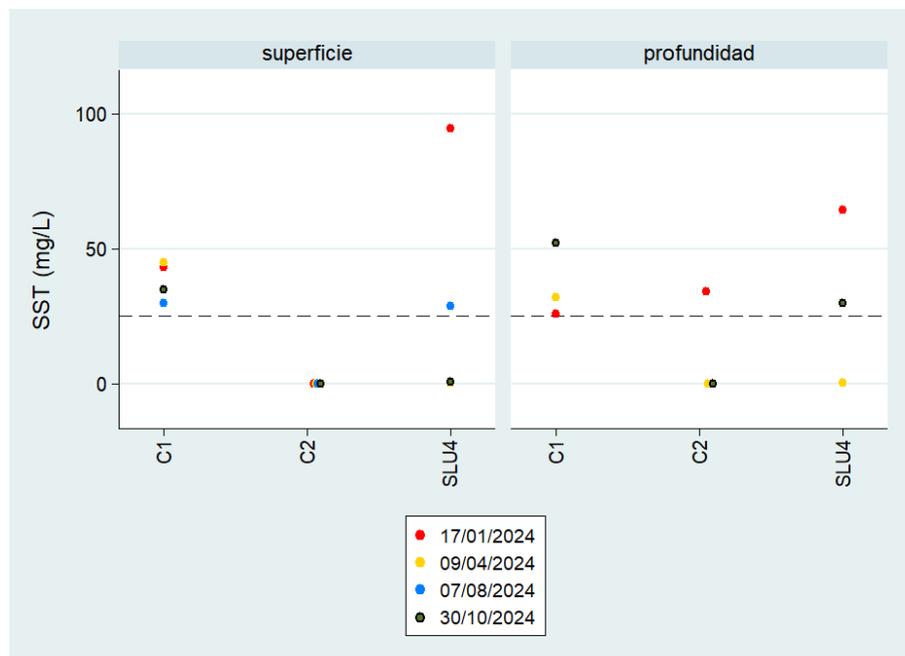
La turbidez del agua de toda la cuenca baja del río Santa Lucía es muy variable y ocasionalmente se registran valores por encima a los 50 NTU (límite del Decreto 253/79).

En esta situación, el viento juega un papel preponderante (principalmente los del sector SW) ya que el mismo mezcla la columna de agua y resuspende el sedimento.

### Sólidos suspendidos totales

Este parámetro mide el peso seco por unidad de volumen (mg/L) de la fracción de partículas suspendidas (y no disueltas) en el agua. La presencia de material sólido particulado puede deberse a la suspensión de sedimentos por arrastre de la corriente, por escorrentía superficial de partículas en el suelo luego de lluvias, o por algún tipo de contaminación puntual.

Los resultados obtenidos para el Río Santa Lucía muestran que todas las concentraciones fueron inferiores a 25 mg/L (límite de cuantificación de la técnica), con la única excepción de la muestra recolectada el 17 de enero en el sitio SLU2b (profundidad), la cual presentó un valor de 32 mg/L.



**Figura 29.** Sólidos suspendidos totales en Afluentes del Río Santa Lucía en los muestreos del año 2024. La línea punteada indica el límite de cuantificación de la técnica (25 mg/L). Los valores inferiores a ese límite se representan con el valor cero.

Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay

Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

#### Demanda Biológica de Oxígeno

La DBO representa la cantidad de oxígeno disuelto que requieren los microorganismos aeróbicos para descomponer la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua, en condiciones controladas de temperatura y tiempo (usualmente 20 °C durante 5 días, es decir, DBO<sub>5</sub>). Es un indicador de contaminación orgánica y se utiliza para evaluar el impacto de vertidos domésticos o industriales en cuerpos de agua.

Todos los valores registrados en el año 2024 se mantuvieron por debajo del límite establecido por la normativa vigente (Decreto 253/79, Clase 3), con la excepción de un único valor correspondiente al sitio C1, obtenido el 30/10, el cual alcanzó una concentración de 15 mg/L.

#### Metales pesados (plomo y cromo)

Los metales pesados son compuestos inorgánicos que pueden ingresar a los cuerpos de agua a través de vertidos industriales, agrícolas, domésticos o por deposición atmosférica. Es esencial monitorear sus concentraciones en el agua para evaluar su impacto ambiental.

En el caso específico del Río Santa Lucía, se realizaron análisis de Plomo y Cromo en las muestras de agua. Los resultados de 2024 mostraron que todas las concentraciones de Plomo estuvieron por debajo de 0,03 mg/L, y las concentraciones de Cromo se mantuvieron por debajo de 0,01 mg/L. Estos valores se encuentran significativamente por debajo de los límites establecidos en la normativa de referencia.

#### Bioensayos

Los bioensayos son herramientas ecotoxicológicas que permiten determinar el riesgo por agentes contaminantes presentes en el ambiente, sean estos conocidos o no (Castillo-Morales, 2004). Estos ensayos, permiten evaluar los efectos de sustancias tóxicas, independientemente de si éstas están o no identificadas.

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

Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio son: *Vibrio fischeri* (bacteria), *Hydra vulgaris* (antes *H. attenuata*; cnidario), *Artemia franciscana* (crustáceo) y *Daphnia magna* (crustáceo).

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

Actualmente se aplican los bioensayos ya descritos de *D. magna*, *H. vulgaris*, *V. fischeri* y *A. franciscana* a las aguas del humedal del río Santa Lucía (sitios de muestreo SLU1, SLU2, SLU2b, SLU3, SLU4, SLU5, SLU6, SLU7) y en uno de sus afluentes, el arroyo Colorado (sitios de muestreo C1 y C2). En cada sitio de muestreo se toman muestras de agua en superficie y



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

próximo al fondo.

Para todos los ensayos, los resultados se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la fórmula:  $UT = 100 / CL50$ , donde CL50 es la Concentración Letal al 50% estimada en el bioensayo (Castillo-Morales, 2004). En el caso de *V. fischeri* la estimación de efecto corresponde a la Concentración de Inhibición al 50% de la emisión de luz de la bacteria. Por consiguiente, los valores más altos de UT corresponden a una mayor toxicidad.

En la tabla 7 se presentan las categorías correspondientes de acuerdo a las UT siguiendo el criterio adoptado por MVOTMA (2017). Para facilitar la interpretación de los resultados se utiliza una escala de color que va desde el rojo para mayor toxicidad al verde en el caso de una muestra no tóxica.

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

**Tabla 7.** Categoría de toxicidad según las Unidades de Toxicidad.

### Métodos de Bioensayos

Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio son: *Daphnia magna*, *Hydra vulgaris*, *Vibrio fischeri* y *Artemia franciscana*.

El ensayo de *Daphnia magna* es un test de toxicidad estático y agudo (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones del protocolo de la norma ISO 6341 (UNE-EN ISO 6341, 2013) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005). El mismo se aplica a muestras líquidas de salinidad menor o igual a 5 UPS.

El bioensayo de *Hydra vulgaris* es un test de toxicidad estático y agudo (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones del protocolo de Trottier *et al.* (1997) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005). Dicho ensayo es adecuado para muestras líquidas de salinidad menor a 1 UPS.

En el Anexo II del informe anual 2020 (Programa de monitoreo de agua y sedimentos de los humedales del Río Santa Lucía) se detallan las adaptaciones de los protocolos y se dan referencias sobre la sensibilidad de los ensayos de *Daphnia* e *Hydra*.

Por otra parte, se realizan también ensayos con un organismo procariota mediante el Sistema Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay

Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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

Microtox®. Este bioensayo examina el efecto tóxico de las muestras, tanto en agua como en sedimento de salinidad variable, basándose en la reducción de la bioluminiscencia natural de la bacteria marina *Vibrio fischeri* (EPS, 1992; SDI Microtox, 2009). En el presente estudio se aplicaron los protocolos “81,9% Screening test” y “81,9% Basic test”. Se adopta como límite umbral de toxicidad el valor 17% de inhibición de emisión de luz (%IEL), correspondiente al límite de cuantificación (EPS, 1992).

En las muestras de agua donde la salinidad fue mayor a 5 UPS se aplicó el test de toxicidad mediante el bioensayo de *Artemia franciscana*, por ser una especie eurihalina (tolera un amplio rango de salinidad). El ensayo de *A. franciscana* es un test de toxicidad estático y agudo (24 horas) y se realiza con larvas de estadio II-III. La implementación del ensayo contempló las pautas del protocolo ARTOXKIT M® (MicroBioTests Inc.).

*-Daphnia magna*

En la tabla 8 se presentan los resultados del año 2024 donde se analizaron 3 o 4 muestras por sitio para superficie y fondo con *Daphnia*. Los resultados fueron predominantemente no tóxicos.

Sitio	Superficie				Fondo			
	N	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Mediana	Mínimo	Máximo
SLU1	3	1,15	1,00	1,15	3	1,00	1,00	1,00
SLU2	3	1,00	1,00	1,15	3	1,00	1,00	1,00
SLU2B	3	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,15
SLU3	3	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU4	3	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU5	3	1,00	1,00	1,00	4	1,00	1,00	1,00
SLU6	3	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU7	3	1,00	1,00	1,00	4	1,00	1,15	1,15
C1	4	1,00	1,00	1,15	3	1,00	1,00	1,00
C2	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00

**Tabla 8.** Distribución de la categoría toxicológica en el bioensayos de *D. magna* en agua para cada sitio de muestreo.

Ana Vinocur s/n, Punta Carretas. Montevideo, Uruguay  
 Tel: (598 2) 1950 9923 [unidad.calidad.agua@imm.gub.uy](mailto:unidad.calidad.agua@imm.gub.uy)



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

- *Hydra vulgaris*

En la tabla 9 se muestran los análisis de las muestras del humedal con el ensayo de Hydra para el año 2024. Sólo se realizó un ensayo para 4 sitios debido a la falta de organismos para poder analizar más muestras. La mayoría de los sitios dieron resultados no tóxicos con la excepción de C1 en el Arroyo Colorado donde se obtuvo un valor levemente tóxico (Tabla 9).

Sitio	Superficie	
	N	Mediana
SLU1	1	1,00
SLU2B	1	1,00
SLU7	1	1,00
C1	1	1,15
C2	1	1,00

**Tabla 9.** Distribución de la categoría toxicológica en el bioensayos de *H. attenuata* en agua para cada sitio de muestreo.



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

- *Vibrio fischeri*

En el año 2024 todas las muestras analizadas con *Vibrio fischeri* presentaron resultados no tóxicos (Tabla 10). En general, al igual que en el caso de *Daphnia*, cuando se observa toxicidad es de categoría leve y ocasional.

Sitio	Superficie				Fondo			
	N	Mediana	Mínimo	Máximo	N	Mediana	Mínimo	Máximo
SLU1	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU2	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU2B	4	1,00	1,00	1,15	3	1,00	1,00	1,00
SLU3	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU4	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU5	4	1,00	1,00	1,00	4	1,00	1,00	1,00
SLU6	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
SLU7	4	1,00	1,00	1,00	4	1,00	1,00	1,00
C1	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00
C2	4	1,00	1,00	1,00	3	1,00	1,00	1,00

**Tabla 10.** Distribución de la categoría toxicológica en el bioensayo de *V. fischeri* en agua para cada sitio de muestreo.



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

- *Artemia franciscana*

En la tabla 11 se muestran los resultados del año 2024 donde se analizaron dos muestras por sitio para superficie y fondo con *Artemia*. Los resultados fueron no tóxicos o levemente tóxicos y sin un patrón claro entre regiones del curso de agua o de superficie y fondo.

Sitio	Superficie		Fondo	
	N	Mediana	N	Mediana
SLU3	1	1,15	1	1,00
SLU5	1	1,15	0	
SLU6	1	1,00	0	
SLU7	1	1,15	1	1,00

**Tabla 11.** Distribución de la categoría toxicológica en el bioensayos de *A. franciscana* en agua para cada sitio de muestreo.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

## CONCLUSIONES

La variación de los parámetros estudiados está determinada principalmente por el ingreso de agua oceánica que pueda ocurrir desde la desembocadura del río, en dirección sur-norte, la cual dependerá de varios factores como son: descarga del Río de la Plata, descarga de la cuenca del Santa Lucía, marea y vientos. En términos generales en la zona de estudio se observa una diferencia marcada entre los sitios que son afluentes del río Santa Lucía (A° Colorado y pista de regatas que proviene del A° San Gregorio) y los ubicados en el mismo río.

Como resumen de los distintos parámetros estudiados en agua:

- El nitrógeno total en el río Santa Lucía mostró gran fluctuación entre una campaña y otra así como entre los sitios. En lo que respecta a los afluentes, todos los sitios se encuentran por encima del límite de referencia.
- Se detectó la presencia de Amoníaco Libre ( $\text{NH}_3$ ) en una muestra puntual que supera el límite de referencia (C1, con 0,07 mg/L el 7 de agosto).
- El fósforo total supera significativamente los límites establecidos en todos los sitios y todos los años desde el comienzo del monitoreo, especialmente se observa que se mantiene estable a lo largo de todo el curso hasta su desembocadura. Los sitios C1 y C2 son los que presentan mayores concentraciones.
- Todos los valores de clorofila *a* en el Santa Lucía están por debajo del límite propuesto, superado solamente en algunas muestras de los afluentes.
- Los valores de coliformes fecales en las muestras del año 2024 estuvieron todas por debajo del límite puntual exigido por la normativa de referencia excepto en el sitio C1 en noviembre.
- El río Santa Lucía presenta valores aceptables de oxígeno disuelto en todos los sitios de monitoreo. De todos modos, no ocurre lo mismo en algunos sitios de sus afluentes.
- Los niveles de cromo y plomo presentes en agua son aceptables para las normativas aplicadas.
- Para los bioensayos, los niveles de toxicidad aguda son bajos para todos los organismos utilizados, no superando el nivel de toxicidad leve.



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

## Datos obtenidos en muestras de agua

Link de acceso al archivo CSV

[https://imnube.imm.gub.uy/share/s/cGqN2MFvTLCMq0p-\\_y\\_f5w](https://imnube.imm.gub.uy/share/s/cGqN2MFvTLCMq0p-_y_f5w)

Metadatos del csv

variable	descripción	observaciones
fecha	Fecha de muestreo	
sitio	Código de sitio de muestreo	
supprof	Superficie/Profundidad	
temp	Temperatura (°C)	
ntotal	Nitrógeno Total (mgN/L)	
ptotal	Fósforo Total (mgP/L)	
amonio	Amonio (mg/L N-NH <sub>4</sub> )	Valores=0 corresponden a valores inferiores al límite de cuantificación (0.5 mg/L).
nh3	Amoníaco (mg/L)	Valores=0 corresponden a valores inferiores al límite de cuantificación del Amonio.
clofa	Clorofila a (ug/L)	
cf	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	
o2	Oxígeno Disuelto (mg/L)	
phlab	pH	
cond	Conductividad (mS/cm)	
sal	Salinidad (PSU)	
turb	Turbiedad (NTU)	
sst	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Valores=0 corresponden a valores inferiores al límite de cuantificación (25 mg/L).
dbo	DBO (mg/L)	
plomo_agua	Plomo (mg/L)	Valores=0 , corresponden a valores inferiores al límite de cuantificación. En 2024, en Enero y Abril dicho límite fue 0.02 mg/L y en Agosto y Octubre 0.01 mg/L.
chromo_agua	Cromo (mg/L)	Valores=0 corresponden a valores inferiores al límite de cuantificación (0.005 mg/L).

Link a la tabla de metadatos

<https://imnube.imm.gub.uy/share/s/BvQWHwWQRnGrLP75ToCblw>



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

**Bibliografía**

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.
- ARTOXKIT M® : 24h mortality test based on the anostracan crustacean *Artemia salina* (renamed *Artemia franciscana*). This assay adheres to ASTM Standard Guide E1440-91. ([https://www.microbiotests.com/wp-content/uploads/2019/07/artemia-toxicity-test\\_artoxkit-m\\_standard-operating-procedure.pdf](https://www.microbiotests.com/wp-content/uploads/2019/07/artemia-toxicity-test_artoxkit-m_standard-operating-procedure.pdf)). Último acceso: 29 de diciembre de 2024.
- ASTM D 6919-03. Standard Test Method for Determination of Dissolved Alkali and Alkaline Earth Cations and Ammonium in Water and Wastewater by Ion Chromatography. ASTM International, 2003
- Castillo Morales, G. (2004). Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas: Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México: IDRC/CRDI.
- Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, Environmental Quality Guidelines.  
Plomo(<https://ccme.ca/en/res/lead-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>)  
Cromo(<https://ccme.ca/en/res/chromium-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>).
- Decreto N° 253/79 del Poder Ejecutivo y sus modificativos.
- EPS (1992). Environment Canada. Biological test method. Toxicity test using luminescent bacteria. In Report EPS 1/RM/24.
- Espínola, J.C., Saona, G. & Arriola, M. (2005). Evaluación de la toxicidad de las principales cuencas hídricas del departamento de Montevideo. AMBIOS . (año 5; n° 15; 15-22) (año 5; n° 16; 19-23).
- Kalff, J., & Bentzen, E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41(5), 815–819.
- Lamparelli, M. C. (2004). Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Doctoral Thesis, Instituto de Biociências, University of São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813. Retrieved 2025-04-10, from [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)
- MVOTMA (2017a). Informe de asesoría a la Mesa Técnica del Agua. Documento Técnico n° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales.  
<https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-MesaT%C3%A9cnicaAgua-MVOTMA-propuesta-NIVELES-GUIA-N-P-Clo-grupo-t%C3%A9cnico-FINAL-20.03.171.pdf>
- MVOTMA (2017b). Evaluación de la ecotoxicidad aguda de muestras ambientales líquidas mediante el test de bacterias luminiscentes (Sistema Microtox®); 6159UY. En: Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medioambiente.



## DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

### GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Programa de monitoreo de agua y sedimentos de los humedales del Río Santa Lucía (2020).

<https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/informecaldiadaguasantalucia2020.pdf>.

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

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

UNE-EN ISO 6341 (2013). Calidad de agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Ensayo de toxicidad aguda.

Valderrama, J. C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10(2), 109-122.  
[https://doi.org/10.1016/0304-4203\(81\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0304-4203(81)90027-X)