



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Informe Monitoreo de Calidad del Agua de la Cuenca del Río Santa Lucía

Año 2017

Montevideo, diciembre 2018



Director Nacional de Medio Ambiente

Ing. Qco. Alejandro Nario

Área Información, Planificación y Calidad Ambiental

Ing. Marisol Mallo

División Calidad Ambiental

Ing. H/S Luis Reolón

Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente

Ing. Qca. Magdalena Hill

Redacción del Informe:

Mag. Cs. Bio. Amelia Fabre

Responsable del Programa de Monitoreo:

Alejandro Cendón

Técnicos participantes:

Gabriel Yorda. Gerardo Balero, Javier Martínez. Guillermo Cervetto,
Luis Borda

Análisis de Laboratorio: Dpto. Laboratorio Ambiental DINAMA

Jefa Laboratorio: Quím. Farm. Natalia Barboza

Participan Intendencias de:

Canelones. Lavalleja. Florida y San José

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración de los técnicos de la División de Calidad Ambiental, quienes información, colaboraron en el análisis del informe. En especial a Federico Quintans por las correcciones. Además agradezco la colaboración de Ignacio Alcántara en la programación en R.

Este trabajo fue posible también gracias al proyecto URU/14/001.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. METODOLOGÍA	11
3. RESULTADOS DEL AÑO 2017 Y COMPARATIVO HISTÓRICO.....	16
3.1. RÍO SANTA LUCÍA Y AFLUENTES NIVEL 2.....	16
3.1.1 RÍO SANTA LUCÍA.....	16
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	17
Otros indicadores de contaminación	19
3.1.2. ARROYO CASUPÁ.....	20
Parámetros fisicoquímicos y nutrientes	20
Otros indicadores de contaminación	21
3.1.2. ARROYO DE LA VIRGEN.....	21
Parámetros fisicoquímicos y nutrientes	21
Otros indicadores de contaminación	22
3.2. RÍO SANTA LUCÍA CHICO	24
3.2.1. RÍO SANTA LUCÍA CHICO	25
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	25
Otros indicadores de contaminación	27
3.2.1. EMBALSE PASO SEVERINO.....	28
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	28
Otros indicadores de contaminación	30
3.3. RÍO SAN JOSÉ Y ARROYO CAGANCHA.....	32
3.3.1. RÍO SAN JOSÉ	33
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	33
Otros indicadores de contaminación	35
3.3.2. ARROYO CAGANCHA	35
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	35
Otros indicadores de contaminación	36
3.4 ARROYOS CANELÓN GRANDE Y CANELÓN CHICO	38
3.4.1 ARROYO CANELÓN GRANDE	39
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	39
Otros indicadores de contaminación	42
3.4.2 ARROYO CANELÓN CHICO	43
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	43
3.5. ARROYO COLORADO	45
Parámetros físico-químicos y nutrientes.....	45

Otros indicadores de contaminación	46
3.6. PESTICIDAS Y DERIVADOS EN 2017	47
3.7. COMPARACIÓN ENTRE CUENCAS 2017	49
3.8. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO 2017	52
4. CONCLUSIONES	54
5. REFERENCIAS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Estaciones de muestreo en el Sistema Cuenca del río Santa Lucía.....	13
Tabla II. Parámetros incluidos en el Programa de Monitoreo.	14
Tabla III. Densidad de ColiT en el río Santa Lucía.....	20
Tabla IV. Concentración de AOX en el río Santa Lucía.	20
Tabla V. Concentración de AOX, DBO ₅ y ColiT en AV05.	23
Tabla VI. Concentración de clorofila a en AV05	23
Tabla VII. DBO ₅ en el río Santa Lucía Chico.	27
Tabla VIII. DBO ₅ y ColiT en Paso Severino.....	31
Tabla IX Concentración de clorofila <i>a</i> en Paso Severino.....	31
Tabla X. Concentración de AOX en San José.	35
Tabla XI. DBO ₅ en San José.	35
Tabla XII. Concentración de AOX, AyG y DBO ₅ en SJ05.....	37
Tabla XIII. Densidad de ColiT en Canelón Grande.....	42
Tabla XIV. Concentración de AOX y DBO ₅ en Canelón Chico	42
Tabla XV. Concentración de pesticidas y derivados.	47
Tabla XVI. Índice de estado trófico.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El Sistema Cuenca del Río Santa Lucía.....	10
Figura 2. Estaciones de muestreo.....	12
Figura 3. Ubicación de las estaciones de monitoreo en el río Santa Lucía, Arroyo Casupá y de la Virgen16	
Figura 4: Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Río Santa Lucía.	18
Figura 5. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el río Santa Lucía.....	19
Figura 6. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Casupá.....	21
Figura 7. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo de la Virgen.....	22
Figura 8. Ubicación de las estaciones de monitoreo en el río Santa Lucía Chico	24
Figura 9. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Río Santa Lucía Chico.....	25
Figura 10. Variación espacial de los parámetros biológicos en el río Santa Lucía Chico	26
Figura 11. Detalle de los puntos de muestreo en el embalse Paso Severino.	28

Figura 12. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el embalse Paso Severino.....	29
Figura 13. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el embalse Paso Severino	30
Figura 14. Ubicación de las estaciones de monitoreo en el río San José.....	32
Figura 15. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el río San José.....	33
Figura 16. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el río San José.....	34
Figura 17. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Cagancha	36
Figura 18 a Ubicación de las estaciones de monitoreo en los arroyos Canelón Grande	38
Figura 19. Detalle de los puntos de monitoreo dentro del embalse Canelón Grande.....	39
Figura 20. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Grande.	40
Figura 21. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Grande.....	41
Figura 22. Concentración de clorofila <i>a</i> en los tres sitios de muestreo del embalse en Canelón Grande.	42
Figura 23. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el embalse Canelón Chico.....	43
Figura 24. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Chico	44
Figura 25. Ubicación de la estación de monitoreo en la cuenca del A° Colorado	45
Figura 26. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Colorado.....	46
Figura 27. Comparación entre cuencas de los parámetros fisicoquímicos.	50
Figura 29. Estado trófico en el Sistema Cuenca del Río Santa Lucía en 2017.....	52

RESUMEN

El Sistema Cuenca del río Santa Lucía (SCSL) es de gran importancia, dadas sus características ecológicas, ubicación y función de abastecer de agua para potabilización. A partir del 2013 el MVOTMA puso en práctica un plan de acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable, que incluyó dicho sistema de cuencas. El SCSL está integrado por los valles de cuatro causas principales: los ríos Santa Lucía, San José, Santa Lucía Chico y los arroyos Canelón Grande y Canelón Chico; y tres cuencas menores que podrían ser receptoras de contaminantes, arroyos Casupá, de la Virgen y Cagancha.

El presente informe tienen el objetivo de divulgar a la población los resultados obtenidos durante los monitoreos de calidad de agua realizados por DINAMA durante el año 2017.

Se realizaron 6 muestreos (febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre) en 25 estaciones ubicadas en los cauces principales, los arroyos secundarios, los embalses Canelón Grande y Paso Severino y en el arroyo Colorado (ubicado fuera del área de ejecución del plan de acción). En cada estación se determinaron parámetros limnológicos *in situ* básicos (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno y turbidez), nutrientes (nitrógeno y fósforo totales, nitrato, nitrito y amoníaco libre), biomasa de fitoplancton (clorofila a), 7 pesticidas y sus derivados (endosulfán, endosulfán α , β y SO_4 , glifosato, AMPA y atrazina), y otros indicadores de contaminación antrópica (AOX, DBO_5 , aceites y grasas y coliformes termotolerantes). Dado que se realiza el mismo diseño de muestreo desde 2011, se compararon los resultados de 2017 con el promedio histórico. Además se calculó el índice de estado trófico IET para cada cuenca para 2017.

El principal problema en el Río Santa Lucía durante el 2017 fue la elevada concentración de fósforo total, dado que incumplió la normativa en todos los sitios y muestreos. El índice de Estado Trófico varió desde mesotrófico (nacientes de los ríos Santa Lucía y Santa Lucía Chico) a hiperutrófico (arroyos Canelón Grande, Canelón Chico y Cagancha). A su vez, la cuenca del Canelón Grande fue la más afectada en cuanto a calidad de agua.

Por otro lado, se observó que la temperatura en el SCSL en los meses cálidos fue superior a los promedios históricos, en concordancia con las características climáticas del año. Lo que favoreció la baja concentración de oxígeno en los cauces de agua, que se detectaron en Canelón Chico.

Las floraciones de organismos fitoplanctonicos se registraron sólo en dos ocasiones en los embalses Canelón Grande (que coincidió con un máximo de fósforo total) y en Paso Severino probablemente relacionado a las altas temperaturas de diciembre.

Además, los indicadores de contaminación antrópica estuvieron dentro de lo legislado o recomendado, por lo que no representaron un problema mayor en el año 2017. A excepción de los casos puntuales de alta DBO₅ (Santa Lucía Chico y Paso Severino).

Respecto a las concentraciones de agroquímicos y sus derivados determinados, éstos no presentaron niveles de riesgo según el Decreto 253/78.

1. INTRODUCCIÓN

El "Sistema Cuenca del río Santa Lucía" (SCSL) está integrado por los valles correspondientes a los ríos San José al oeste, Santa Lucía Chico en el centro, Santa Lucía desde el Este y subcuencas menores correspondientes a los Arroyos Canelones (Grande y Chico) y Colorado. El SCSL incluye 8 cuencas de nivel 2 (61 al 68), tiene un total de 13310 km² y es la tercera en importancia territorial del país. A su vez es uno de los ecosistemas fluviales más importantes por sus características ecológicas, su ubicación y su función de abastecer de agua para potabilizar a casi la mitad de la población nacional (Montevideo y área metropolitana). La cuenca del Río Santa Lucía es además fuente de agua para riego de la zona de actividad agroindustrial más intensa del país.

Debido a la importancia de este sistema, el MVOTMA ha realizado esfuerzos por determinar el estado ambiental de la cuenca hidrográfica, evaluando los impactos a los que está sometido y modelando las posibles respuestas del sistema en diferentes escenarios ambientales. La complejidad de este sistema, asociado a las variaciones propias del ambiente (clima anual, ciclos climáticos, cambios en los sistemas productivos), hace que la evaluación de la calidad del agua, así como la estimación de las respuestas a diferentes impactos, constituya un trabajo de largo plazo y de múltiples instituciones.

Desde 2004 y hasta 2010, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha colaborado con DINAMA mediante el desarrollo de dos grandes programas de evaluación integral de la CRSL. El primero de ellos (2004-2007), realizando el diagnóstico de las condiciones logísticas, administrativas y técnicas para el desarrollo de un programa de monitoreo, y realizando una primera evaluación de la calidad del agua de los principales ríos. En base a los primeros resultados alcanzados, surgió el segundo programa (2008-2011), que mostró resultados muy importantes referidos a los aportes puntuales y difusos de contaminantes de diferente tipo. De este último programa surgió en 2011 un nuevo diseño de monitoreo, que se ha mantenido hasta la fecha, lo que permite realizar estudios a largo plazo. Dicho monitoreo se basa en las siguientes premisas:

1. Considerar como base de la información lo aprendido en los períodos previos de la Cooperación JICA-DINAMA
2. Dar continuidad a los datos obtenidos desde el programa inicial
3. Estructurar el nuevo programa en base a cuencas hidrográficas
4. Involucrar a las Intendencias con mayor grado de compromiso
5. Estructurar el monitoreo en estaciones de distintos niveles (1 a 4) de acuerdo a la información necesaria para el objetivo de estudio.

A partir de junio de 2013 el MVOTMA pone en práctica un "Plan de acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable" en SCSL. Dicho Plan define dos

zonas con diferentes prioridades para su gestión, según los objetivos de calidad de aguas acorde a su uso preponderante: "fuente de agua potable" en la zona A y "conservación de la flora y fauna hídrica" en la zona B (Fig. 1).

El presente informe presenta e interpreta los resultados obtenidos durante los monitoreos de calidad de agua realizados por DINAMA durante el año 2017 con el objetivo de divulgar la información a la población. Además, los resultados se resumen en escalas colorimétricas, de rápida interpretación, correspondientes a índices de calidad de agua para cada cuerpo de agua.

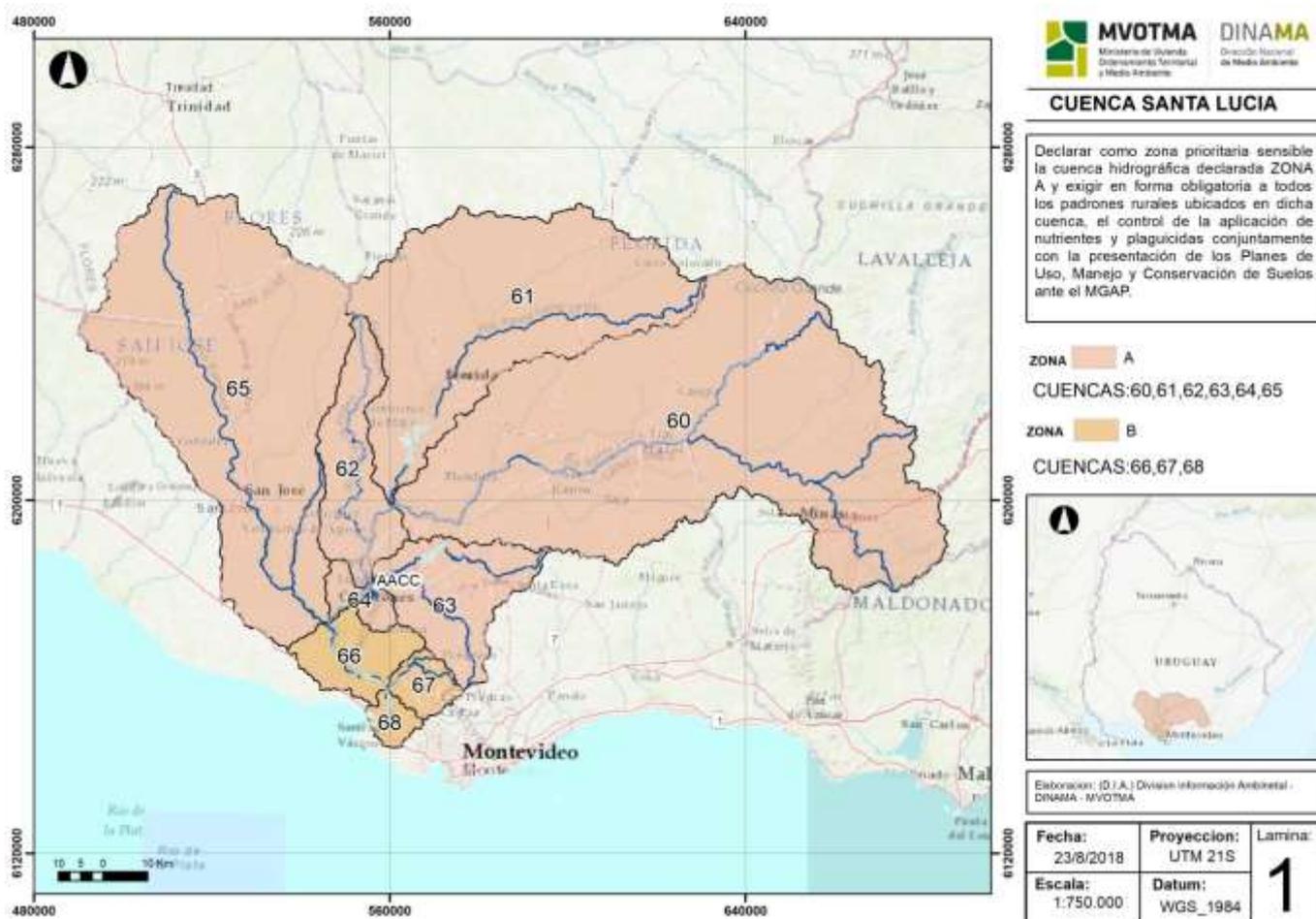


Figura 1. El Sistema Cuenca del Río Santa Lucía (código 6) identificado las zonas A y B, y las cuencas con su codificación oficial: Río Santa Lucía (60); Río Santa Lucía Chico (61); Río Santa Lucía entre Río Santa Lucía Chico y A° Canelón Grande (62); A° Canelón Grande (63); Río Santa Lucía entre A° Canelón Grande y Río San José (64); Río San José (65); Río Santa Lucía entre Río San José y A° Colorado (66); A° Colorado entre A° De Las Piedras y Río Santa Lucía (67) y Río Santa Lucía entre A° Colorado y Río de la Plata (68).

2. METODOLOGÍA

La realización de los muestreos está a cargo del Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA) y éste coordina con el Laboratorio de la DINAMA y con las Intendencias Departamentales (Direcciones de Higiene o Gestión Ambiental según corresponda) comprendidas en la cuenca hidrográfica: Canelones. Florida. Lavalleja y San José. Cada campaña de muestreo se realizó en 4 días, con frecuencia bimestral: febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre de 2017.

Las estaciones de monitoreo fueron seleccionadas de modo que representaran distintos niveles de interés (JICA-DINAMA, 2010): las de nivel 1 se ubican en los 4 cauces principales, las de nivel 2 están en las salidas o entradas de cuencas que probablemente reciban altas cargas hidráulicas o contaminantes y las de nivel 3 corresponden a embalses (sistemas lénticos); no se incluyeron estaciones de nivel 4, correspondientes a puntos de interés relativos a contaminación puntual; Tabla I). Se muestrearon un total de 25 estaciones repartidas en 9 cauces (Tabla I).

Las estaciones coinciden con los monitoreos realizados desde 2011, aunque a partir de este informe la nomenclatura de la estación SLC03=PS01 será PS01 y la de CA03=CG02 será CG02. En ambos casos las estaciones fusionadas presentaban un comportamiento hídrico similar al de un sistema léntico más que al de un sistema lóitico, por ello se decidió conservar los nombres de las estaciones de nivel 3 (PS01 y CG02; De León & Hill, 2015).

Se determinaron los parámetros definidos en el proyecto DIMANA-JICA al igual que los años anteriores, desde 2011 en su mayoría y desde 2013 algunos de los pesticidas y sus derivados. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos tradicionales *in situ*, concentración de los principales nutrientes, indicadores de biomasa algal (clorofila *a* y feofitina *a*), contaminantes biológicos (coliformes termotolerantes. ColiT) y contaminantes químicos (compuestos orgánicos, metales pesados. AOX y presencia de aceites y grasas) (Tabla II). Los pesticidas y derivados analizados se establecieron según su utilización en emprendimientos agrícolas en la zona y de la capacidad analítica del laboratorio. La densidad de ColiT fueron determinados en: SL04-05; SLC01-02; SJ01; PS01-04; CG01-04; CA01-02 y CA04 y AV05. Mientras que la concentración de AOX y pesticidas y sus derivados fueron analizados en las estaciones PS02. SL05. SL06. SJ04. SJ05 y CA04 (al igual que desde 2013) y en AV05 (desde 2015). Los indicadores de biomasa de fitoplancton se determinaron en las estaciones lenticas (estaciones nivel 3.

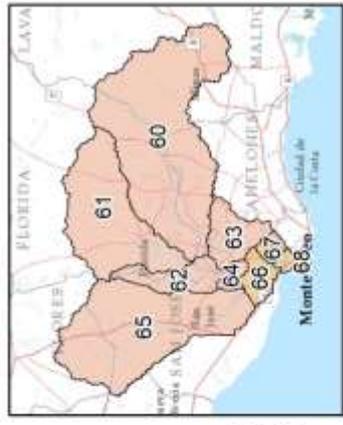
REFERENCIAS:

- Puntos monitoreo

ZONAS SL

- A
- B

World Reference Overlay



ZONA A

CUENCAS: 60, 61, 62, 63, 64, 65

ZONA B

CUENCAS: 66, 67, 68

Elaboración: GERENCIA INFORMACION PLANIFICACION Y CALIDAD AMBIENTAL (G.I.A.) División Información Ambiental	
Fecha: 13/9/2018	Proyección: UTM 21S
Escala: 1:1.000.000	Datum: WGS_1984
Lamina: 1	

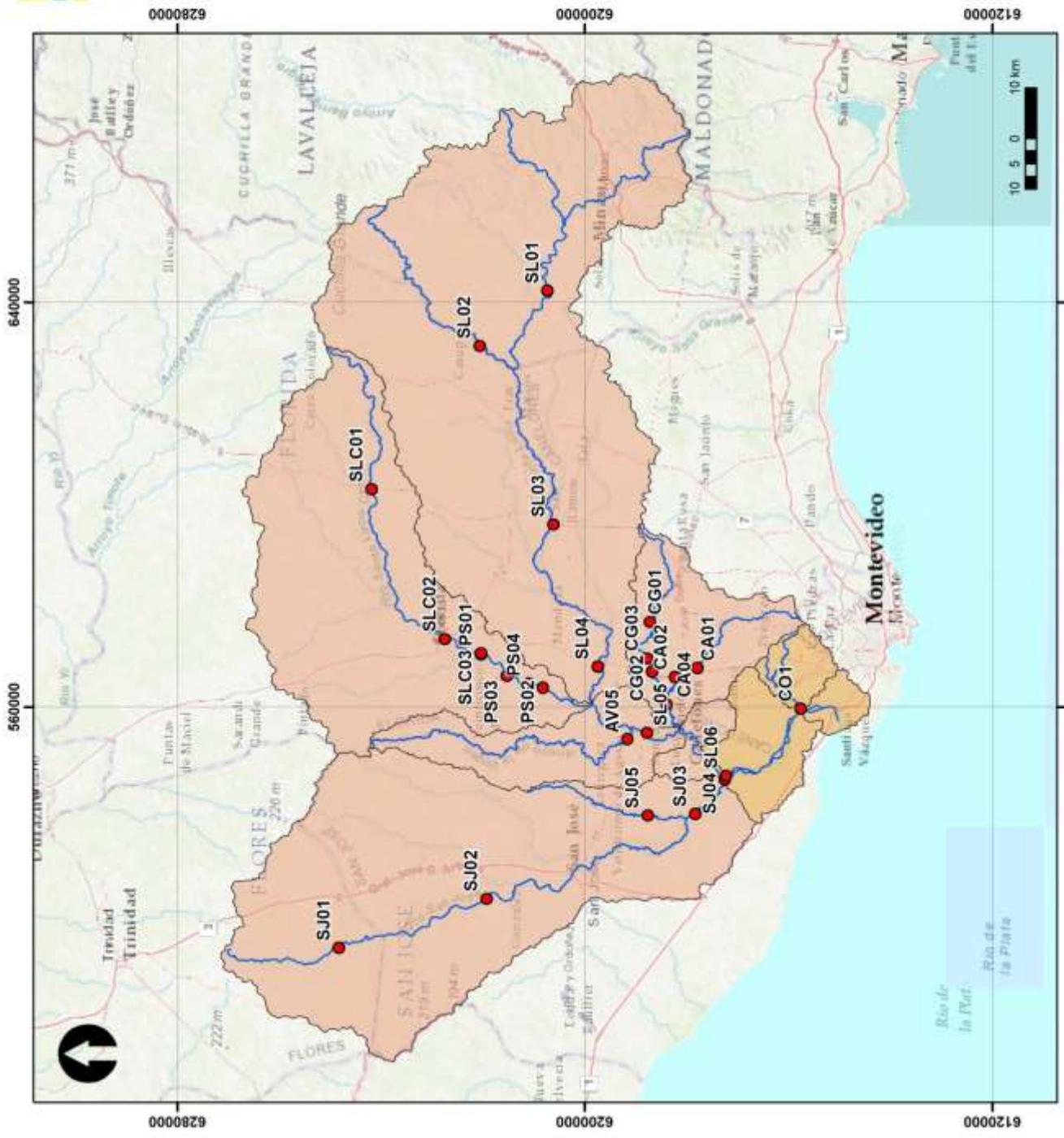


Figura 2. Sistema Cuenca del Santa Lucía con todas las estaciones de muestreo. Mayor detalle en Tabla I.

Tabla I. Estaciones de muestreo en el Sistema Cuenca del río Santa Lucía, cuenca donde se encuentran realizado con este trabajo, código de cuenca establecido por hidrografía, nivel de la estación de monitoreo según JICA-DINAMA 2010, N°4, código de la estación y su ubicación geográfica, latitud y longitud.

Cuenca	Código de cuenca	Nivel	Estación	Latitud	Longitud
Río Santa Lucía (SL)	60	1	SL01	-34.267.278	-55.454.969
			SL03	-34.281.428	-55.954.661
			SL04	-34.364.128	-56.250.143
	62		SL05	-34.449.545	-56.402.262
	64		SL06	-34.589.941	-56.494.136
Arroyo Casupá (SL02)	60	2	SL02	-34.156.565	-55.574.089
Arroyo de la Virgen (AV)	62	2	AV05	-34.415.631	-56.415.975
Río Santa Lucía Chico (SLC)	61	1	SLC01	-33.960.818	-55.884.454
SLC02			-34.091.573	-56.203.815	
Paso Severino (PS)		3	PS01	-34.281.428	-55.954.661
			PS02	-34.264.385	-56.305.925
			PS03	-34.200.756	-56.281.608
			PS04	-34.240.139	-56.297.608
Río San José (SJ)		65	1	SJ01	-33.902.670
	SJ02			-34.166.844	-56.759.739
	SJ03			-34.536.776	-56.577.320
	SJ04			-34.588.118	-56.502.750
Arroyo Cagancha (SJ05)		2	SJ05	-34.451.992	-56.580.147
Arroyo Canelón Chico (CA)	63	1	CA01	-34.538.216	-56.261.748
			CA02	-34.484.739	-56.282.067
Arroyo Canelón Grande (CG)	63	1	CA04	-34.484.739	-56.341.036
		3	CG01	-34.453.672	-56.162.942
			CG02	-34.460.330	-56.269.332
			CG03	-34.448.867	-56.241.611
Arroyo Colorado (CO)	67	2	CO01	-34.721.983	-65.348.000

Tabla I) y en AV05. La concentración de aceites y grasas fue analizada en las estaciones de nivel 2 (Tabla I). La concentración de DBO₅ se determinó en SL05-06. SL02. SJ02-04. SJ05. CA04 y AV05.

Las muestras de agua fueron tomadas de la superficie de la columna de agua. La concentración de NH₃ se determinó a partir de la concentración de NH₄ según CCME (2010). Los parámetros determinados en laboratorio se realizaron siguiendo los protocolos de conservación de muestra y metodologías utilizadas habitualmente en los monitoreos (DLA, 2016).

Todos los ríos estudiados estuvieron comprendidos dentro de las aguas superficiales de Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones (Anexo 1), en el cual se establecen los niveles de calidad para la mayoría de los parámetros determinados (Tabla II). Para los parámetros que no se encontraban legislados, se utilizaron los valores de referencia del Borrador de Trabajo GESTA Agua (2014) o la legislación Alemana (LAWA 1998).

Tabla II. Parámetros incluidos en el Programa de Monitoreo del sistema Cuenca del Río Santa Lucía, abreviatura, unidad y guía de valores estándar, expresado en la unidad utilizada. Los que no presentan valor, no tienen un estándar asociado.

	Parámetro	Abreviatura	Estándar
Características físicoquímicas <i>in situ</i>	Temperatura	Tem	-
	Potencial de hidrógeno	pH	> 6,5 < 8,5 (1,2)
	Conductividad	Cond	-
	Oxígeno disuelto	OD	≥ 5 mg/L (1,2)
	Porcentaje de saturación de oxígeno	%OD	-
	Turbidez	Turb	≤ 50 NTU (2)
Nutrientes	Fósforo total	PT	≤ 25 µg/L (1,2)
	Nitrógeno total	NT	-
	Nitratos	NO ₃	≤ 10 mg/L en N(1) ≤ 5 mg/L en N (2)
	Nitritos	NO ₂	≤ 0,1 mg/L en N (2)
	Amoníaco libre (a partir de NH ₄)	NH ₃	≤ 20 µg/L (1)
Fitoplancton	Feofitina <i>a</i>	Feoa	-
	Clorofila <i>a</i>	Cloa	-
Pesticidas y sus derivados	Endosulfán	Endo	≤ 0,02 µg/L (1)
	Endosulfán α	Endo-a	-
	Endosulfán β	Endo-b	-
	Endosulfán SO ₄	Endo-SO ₄	-
	Glifosato	Glifosato*	≤ 65 µg/L (2)
	Ácido amino-metil-fosfónico	AMPA*	-
	Atrazina	Atrazina*	≤ 1,8 µg/L (2)
Otros indicadores de contaminación	Compuestos halogenados adsorbibles	AOX*	≤ 25 µg/L (3)
	Demanda bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	≤ 10 mg/L (1) ≤ 5 mg/L (2)
	Aceites y grasas	AyG	Ausente (1) Virtualmente ausente (2)
	Coliformes termotolerantes	ColiT	≤ 2000 UFC/100ml (1) ≤ 1000 UFC/100ml (2)

*Se monitorean desde el año 2013. (1) Decreto 235/79. (2) GESTA Agua 2014. (3) LAWA 1998.

Análisis de datos

Los resultados de 2017 fueron comparados con los datos históricos para cada mes (datos desde 2011 a 2017) y para cada estación de muestreo. A la vez, los resultados de cada estación fueron comparados con el promedio histórico para cada una, calculada a partir de todos los datos obtenidos para cada sitio

desde 2011 al 2017. Los resultados menores al límite de detección (LD) del método fueron sustituidos por el valor de LD para su análisis gráfico. De forma similar, los datos menores al límite de cuantificación del método (LC) fueron reemplazados por LC/2.

Se calculó el índice de Estado Trófico (IET) elaborado por Lamparelli (2004). En el presente trabajo dicho índice fue calculado en base a la concentración de fósforo total, dado que ha sido monitoreado con mayor regularidad (Quintans, 2015).

3. RESULTADOS DEL AÑO 2017 Y COMPARATIVO HISTÓRICO.

3.1. RÍO SANTA LUCÍA Y AFLUENTES NIVEL 2

3.1.1 RÍO SANTA LUCÍA

En el cauce del Río Santa Lucía (SL) se muestrearon 5 estaciones (SL01, SL03, SL04, SL05, SL06; nivel 1), además se muestrearon dos de sus afluentes, los arroyos Casupá (cuenca 60) y de la Virgen (cuenca 62; Fig. 3).

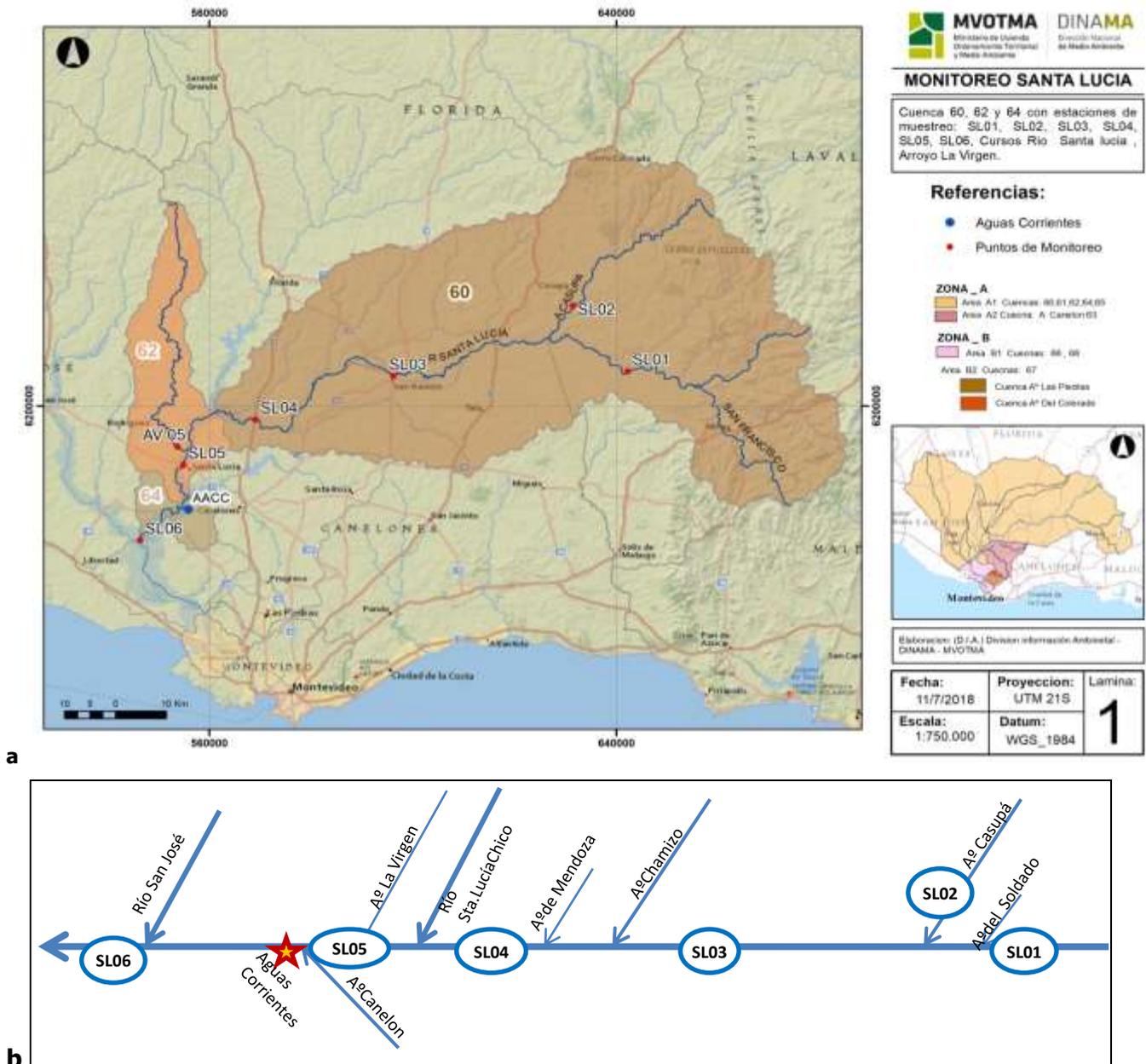


Figura 3 a. Ubicación de las estaciones de monitoreo de nivel 1 (cauce principal) sobre el río Santa Lucía, ubicadas en las cuencas 60 (SL01, SL02-04), 62 (SL05) y 64 (SL06), a excepción de la estación SL02 que se encuentra en un afluente. **b.** Esquema hídrico unifilar con la ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río Santa Lucía de nivel 1 (sobre cauce principal) y de nivel 2 (Arroyo Casupá, y de la Virgen).

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura del agua varió entre 10,8 y 29,6 °C con un patrón acorde a las estaciones climáticas (Fig. 4). Sin embargo, los meses estivales (febrero y diciembre) presentaron temperaturas superiores al rango histórico para todas las estaciones de monitoreo (Fig. 4 y 5). A la vez, la temperatura en junio estuvo por debajo de dicho rango para todos los sitios, mientras que los meses de transición fueron cercanos al promedio. El pH cumplió con los estándares de calidad para todas las estaciones en todos los muestreos; con promedio de 7,8 (mínimo-máximo: 7,1 – 8,2; Fig. 4). La conductividad estuvo dentro de lo esperado según los datos históricos para todos los meses del año a excepción de SL06, donde se observó el máximo anual (1307 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Fig. 4), por lo que podría ser un dato fuera de rango o representar un evento de alteración. Teniendo en cuenta los rangos históricos de las estaciones de monitoreo, la conductividad fue excepcionalmente baja en agosto para las estaciones SL01 a SL05 (Fig. 5), a la vez que fue alta en diciembre para SL01 a SL04. Durante Abril de 2017, a su vez, las estaciones SL02, SL03 y SL06 presentaron valores menores a su promedio histórico (Fig. 4). El oxígeno disuelto estuvo siempre por encima del límite inferior permitido, cumpliendo con la normativa. Los meses más cálidos presentaron mayor variabilidad y menor concentración de oxígeno disuelto, a la vez que en febrero los valores fueron menores a los esperados en todas las estaciones a excepción de SL04 (Fig. 4 y 5). La turbidez, en general se ubicó por debajo de la media histórica para cada mes y dentro del rango esperado a excepción de agosto, que excedió dicho rango en todas las estaciones (Fig. 4 y 5).

Respecto a las formas disueltas de nitrógeno, la concentración de nitrato (NO_3) presentó gran variabilidad durante el año, incluso mayor a la esperada (Fig. 4). Mientras que la concentración de nitrito (NO_2) fue detectable e igual al límite de cuantificación del método ($\text{LC} = 0,023 \text{ mg}/\text{L}$) en SL01 (en octubre y diciembre), SL05 (en agosto y diciembre) y SL06 (en agosto). El amoníaco libre fue altamente variable en diciembre y con un promedio superior al resto de los meses ($0,04 \mu\text{g}/\text{L}$), tanto a nivel histórico como en el 2017. La concentración de NH_3 fue menor al nivel máximo permitido, cumpliendo con la normativa. Sin embargo, presentó valores superiores a los rangos históricos de las estaciones en los meses de abril, junio y diciembre (Fig. 5). El nitrógeno total (NT) tuvo el máximo en agosto ($1,58 \text{ mg}/\text{L}$ en SL01) y el mínimo en diciembre ($0,61 \text{ mg}/\text{L}$ en SL03). La concentración de fósforo total (PT) fue menor en octubre en la mayoría de las estaciones, y estuvo por debajo del límite establecido por la normativa en SL05 y SL06 en dicho mes.

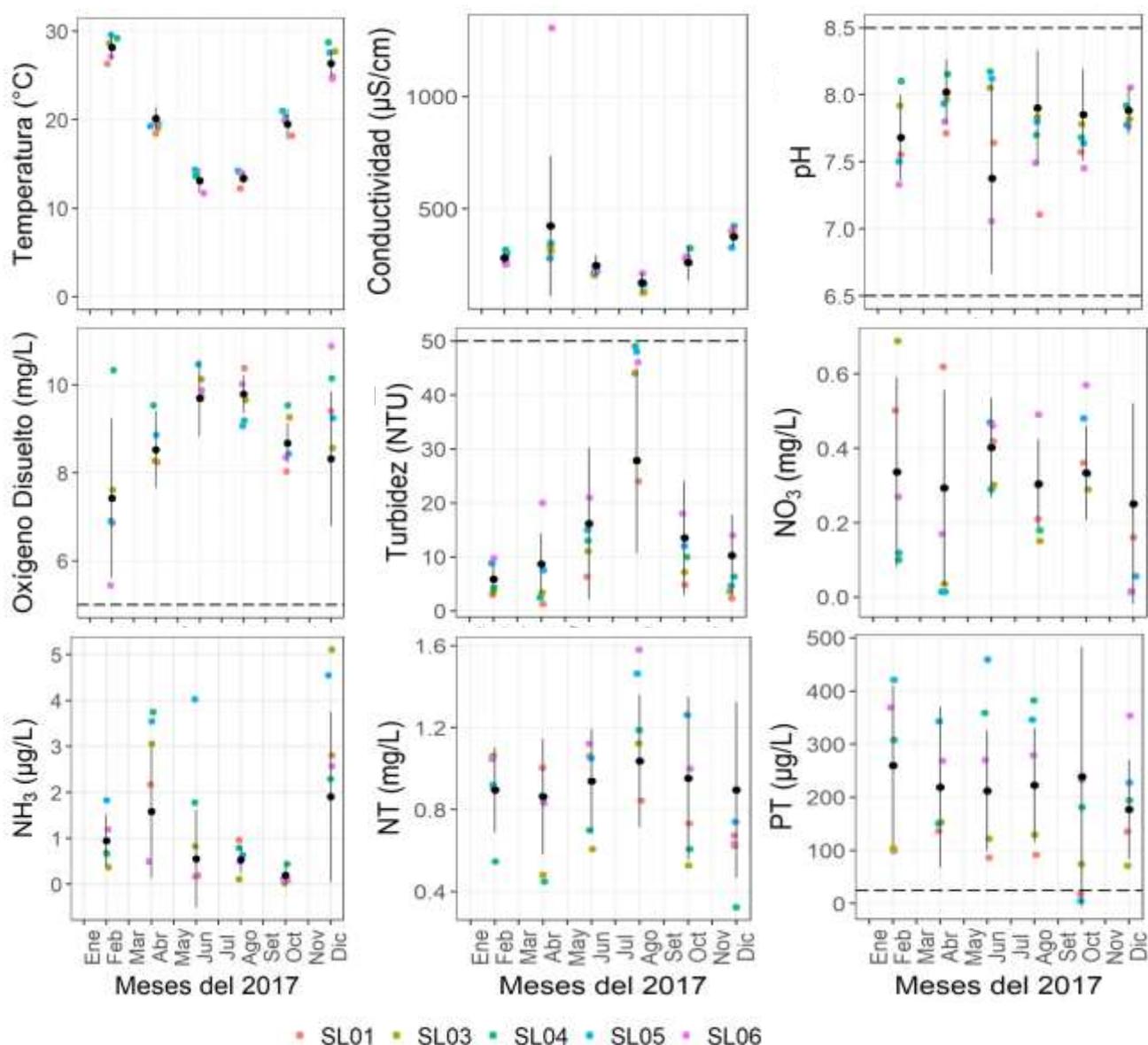


Figura 4: Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Río Santa Lucía durante el año 2017 para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Por otro lado, la temperatura y la conductividad fueron similares en todas las estaciones, a excepción de SL06, que presentó mayor variabilidad (debido al valor máximo) en la conductividad. Se observó una tendencia al alza en la turbidez desde la cuenca alta (SL01) hacia la desembocadura del río (SL06; Fig. 3). La concentración de nitrógeno total fue mayor en las estaciones SL05 y SL06, ubicadas aguas debajo de la desembocadura del río Santa Lucía Chico y el arroyo de la Virgen. Mientras que la concentración de fósforo total mostró un aumento entre SL03 y SL04. Dado que no hay un afluente importante entre dichas estaciones, el aumento podría deberse a las actividades productivas y urbanas de la zona. Los valores elevados de NT en SL05 podrían deberse a los aportes desde los arroyos de la Virgen. Canelón Grande y Canelón Chico, que tuvieron concentraciones de éste nutriente superiores a las registradas en Santa Lucía (ver más adelante). Además, No hubo gran variación entre las estaciones SL01 y SL03,

donde desemboca el Arroyo Casupá (Fig. 4). Probablemente eso se deba a que el arroyo Casupá presentó valores bajos o similares a los del río Santa Lucía en SL01 (ver más adelante).

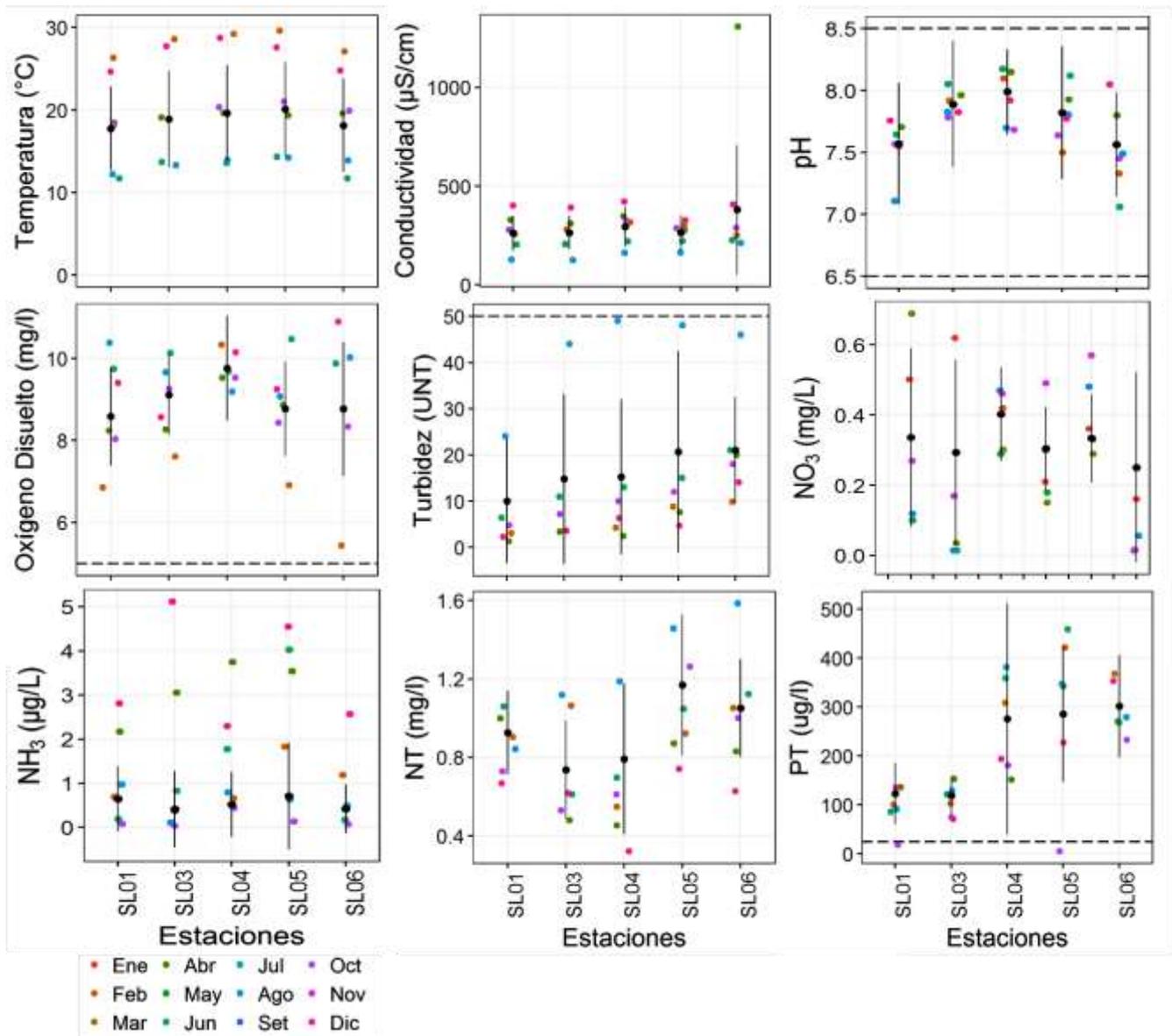


Figura 5. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el río Santa Lucía durante el año 2017. Las estaciones se ordenan desde las nacientes (SL01) hacia la desembocadura (SL06). Los puntos de colores indican el mes en el que fue muestreada cada estación en el 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar históricos para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

Los coliformes termotolerantes fueron cuantificables sólo en la campaña de junio en y menores al máximo permitido, cumpliendo con la reglamentación para calidad de agua clase 3 (Tabla III). Además, la concentración de AOX, determinada den SL05 y SL06 fue cuantificable sólo en tres muestreos y fue siempre menor al máximo de referencia (25 µg/L en LAWA 1998; Tabla IV).

Tabla III. Densidad de coliformes termotolerantes (ColiT) en el río Santa Lucía, determinadas en junio. En los muestreos anteriores fueron menores al límite de cuantificación (LC = 20 UFC/100mL). No fueron determinados en las estaciones SL01 ni SL06.

Estación	SL03	SL04	SL05
ColiT (UFC/100mL)	550	80	530

Tabla IV. Concentración de Compuestos Halogenados Adsorbibles (AOX) en cada mes de muestreo en las estaciones SL05 y SL06. No fue determinado en el mes de agosto en SJ04. LD = 10 µg/L y LC = 17µg/L. Máximo sugerido en LAWA (1998) = 25 µg/L.

AOX (µg/L) Mes/Estación	SL05	SL06
Feb	10 - 17	<10
Abr	10 - 17	10 - 17
Jun	10 - 17	10 - 17
Ago	-	<10
Oct	10 - 17	<10
Dic	<10	17

3.1.2. ARROYO CASUPÁ

La estación SL02 está ubicada en el arroyo Casupá, que desemboca en el río Santa Lucía entre las estaciones SL01 y SL03 (Fig. 3).

Parámetros fisicoquímicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado de las estaciones climáticas al igual que el oxígeno disuelto (Fig. 6), por lo que no se habrían registrado fuentes de contaminación térmica durante los monitoreos. La conductividad presentó una variabilidad acorde a los registros previos para este sitio. El pH, se mantuvo dentro del rango establecido por la legislación, mientras que años anteriores se registraron valores superiores a 8,5. La turbidez también se mantuvo por debajo del límite superior propuesto por GESTA Agua.

Respecto a los nutrientes, las formas disueltas de nitrógeno se mantuvieron por debajo de los límites superiores de calidad (Fig. 6, amoníaco libre y nitrato). A la vez que la concentración de NO₂ no fue detectable por los métodos analíticos utilizados (LD = 0,019 mg/L) cumpliendo con la normativa. La concentración de fósforo total estuvo mayormente por encima del máximo permitido, incumpliendo con la normativa de calidad, con un máximo de 263 µg/L en junio y un mínimo de 37 µg/L en diciembre (Fig. 6).

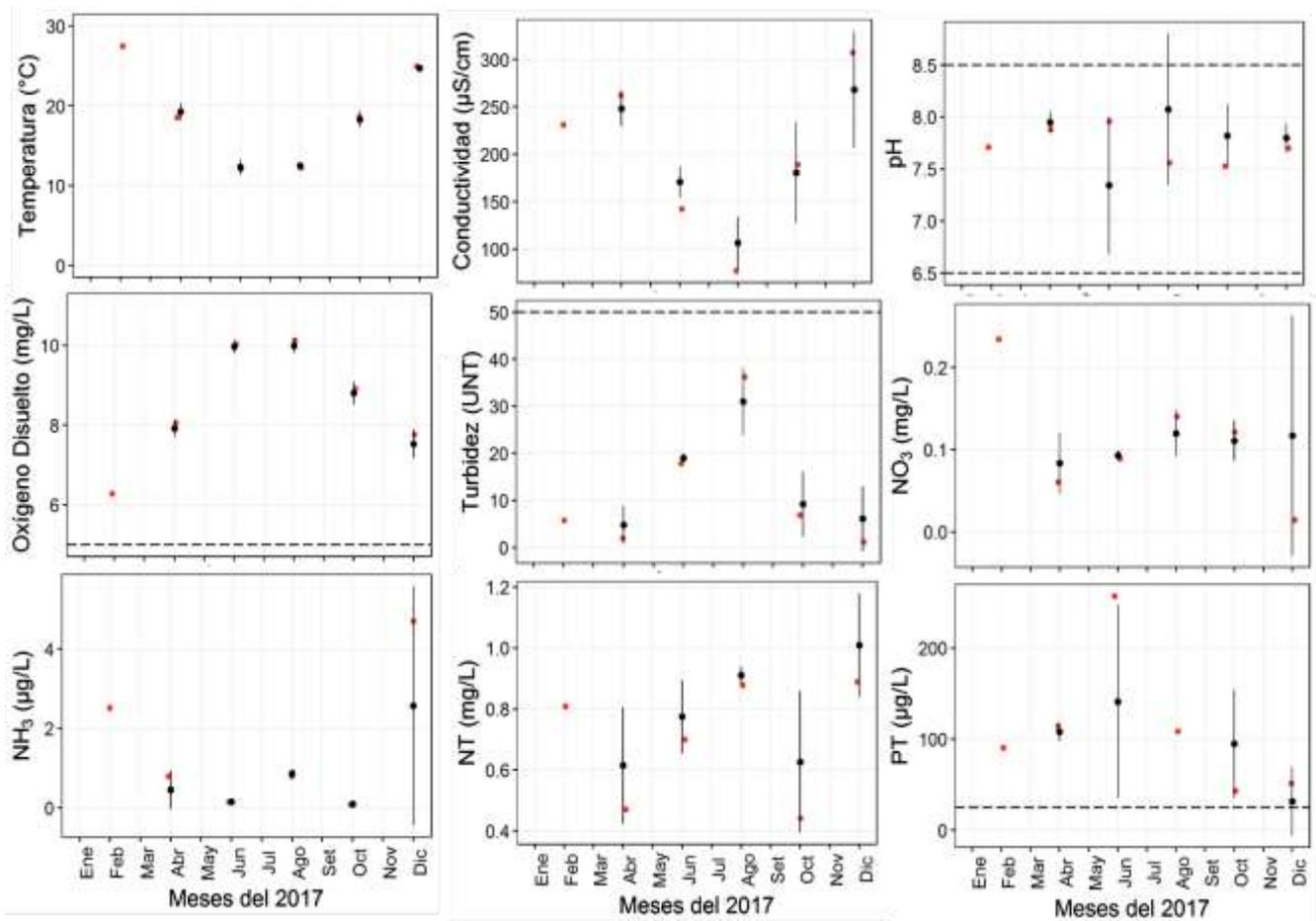


Figura 6. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Casupá, estación de monitoreo SL02. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

La presencia de aceites y grasas fue detectada solamente en abril (entre 5 y 10 mg/L). Mientras que la concentración de DBO₅ fue cuantificable sólo en octubre (0,5 mg/L) y menor al límite de cuantificación del método el resto de los meses (< 0,5 mg/L), cumpliendo con los estándares de calidad para dicho parámetro.

3.1.2. ARROYO DE LA VIRGEN

La estación AV05 es la única ubicada sobre el Arroyo de la Virgen, que desemboca en el Río Santa Lucía 2 km aguas arriba de la estación SL05 (Fig. 3).

Parámetros fisicoquímicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado de las estaciones climáticas al igual que el OD (Fig. 7), evidenciando la ausencia de contaminación puntual térmica durante los monitoreos. A su vez, la concentración de OD cumplió con la normativa durante todo año, con un mínimo de 5,6 mg/L en febrero, que representa el menor registro histórico en este sitio. La conductividad presentó gran

variabilidad al igual que los años anteriores, mientras que la variación del pH fue acotada y dentro del rango de calidad establecido por la legislación. En cambio la turbidez fue superior al límite propuesto por GESTA Agua en agosto (70 UNT).

Todos los nutrientes analizados presentaron un patrón similar a los registros de años previos (Fig. 7). Tanto la concentración de amoníaco libre como de nitrato se mantuvieron dentro de los límites de calidad y el NT presentó valores acordes a los registros anteriores. La concentración de fósforo total fue siempre superior al límite de 25 µg/L incumpliendo lo establecido por el Decreto 253/79 y la propuesta GESTA Agua. A su vez, dicho nutriente podría tener una leve tendencia a la baja desde febrero a octubre. Los meses muestreados por primera vez este año (febrero y junio) presentaron valores similares a los demás meses del año.

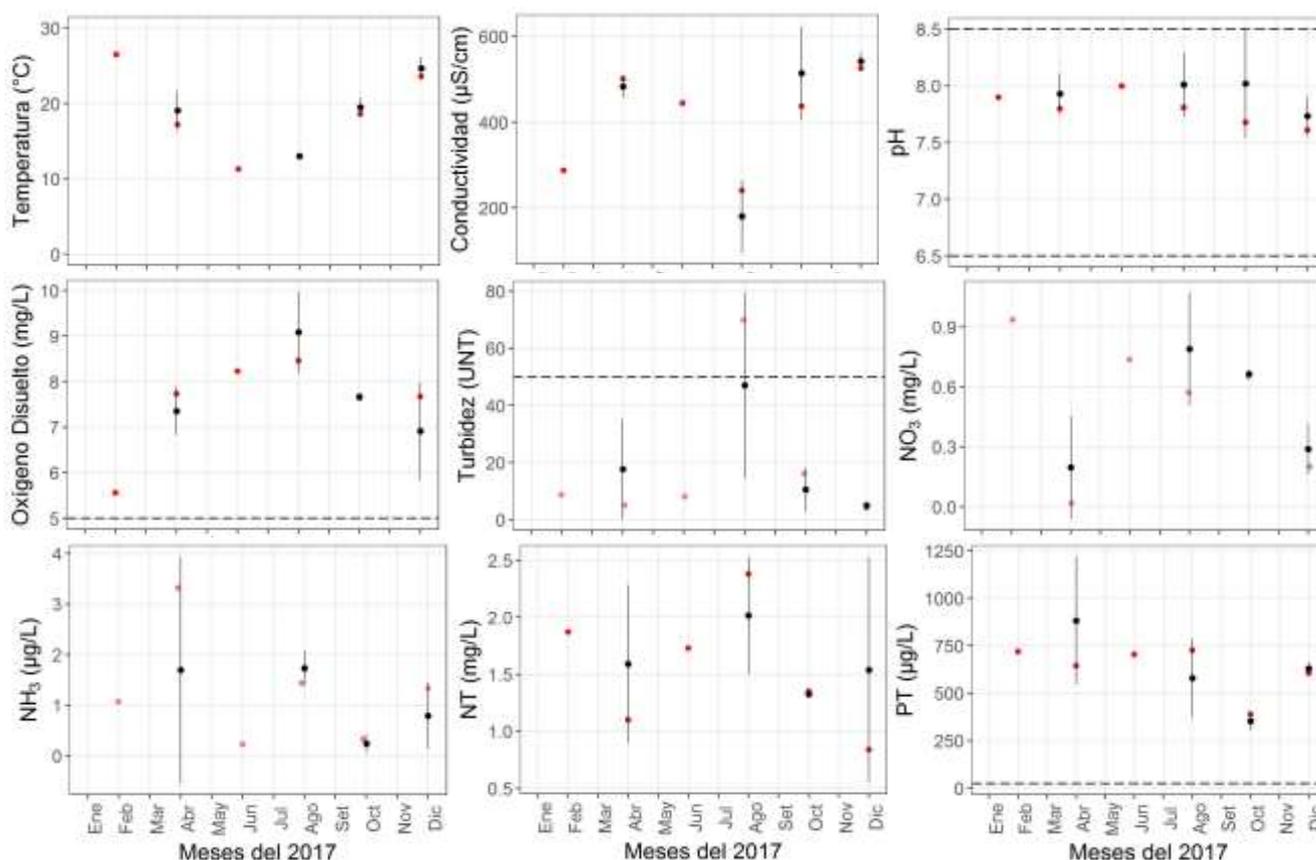


Figura 7. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo de la Virgen, estación de monitoreo AV05, durante el año 2017. Los puntos de color corresponden a AV05 y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

La densidad de coliformes termotolerantes fue elevada en Abril, superando el máximo permitido por la legislación (Tabla V). La concentración de AOX fue de 17 y 20 µg/L en febrero y agosto respectivamente, en los demás meses fue menor al LD (10 µg/L) o al LC (17 µg/L). Por lo tanto, cumplió con el límite máximo de referencia (25 µg/L, LAWA). De forma similar, la concentración de DBO₅ fue

menor o igual al límite de cuantificación del método (0,5 mg/L) y siempre por debajo del máximo permitido (5 mg/L; Tabla V). Por otro lado, los indicadores de la comunidad de fitoplancton indican una baja biomasa de fitoplancton durante todo el año (Tabla VI).

Tabla V. Concentración de compuestos halogenados adsorbibles (AOX), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), densidad de coliformes termotolerantes (ColiT) en AV05, en 2017. Se indican en color los valores fuera que no cumplen con los estándares de calidad.

Mes	ColiT (UFC/100mL)	AOX (µg/L)	DBO ₅ (mg/L)
Feb	660	17	0,7
Abr	18000	< 10	< 0,5
Jun	130	< 17	< 0,5
Ago	200	20	0,6
Oct	140	< 17	0,5
Dic	20	< 10	0,5

Tabla VI. Indicadores de la comunidad de fitoplancton para la estación AV05 durante el año 2017. Clorofila a y feofitina a. LD= 0,6; LC = 1,5 µg/L. *LC=0,1 µg/L

Mes	Cloa (µg/L)	Feoa (µg/L)
Feb	< 0,6	1,5
Abr	< 0,6	0,9*
Jun	< 0,6	0,6 - 1,5
Ago	< 0,6	4,7
Oct	< 0,6	0,6 - 1,5
Dic	1,6	1,1*

3.2. RÍO SANTA LUCÍA CHICO

Para el análisis de la calidad del agua en la cuenca del Río Santa Lucía Chico, se incluyeron dos estaciones lógicas (SLC01 y SLC02) aguas arriba del embalse de Paso Severino y cuatro estaciones en el embalse (PS01-PS04; Fig. 8).

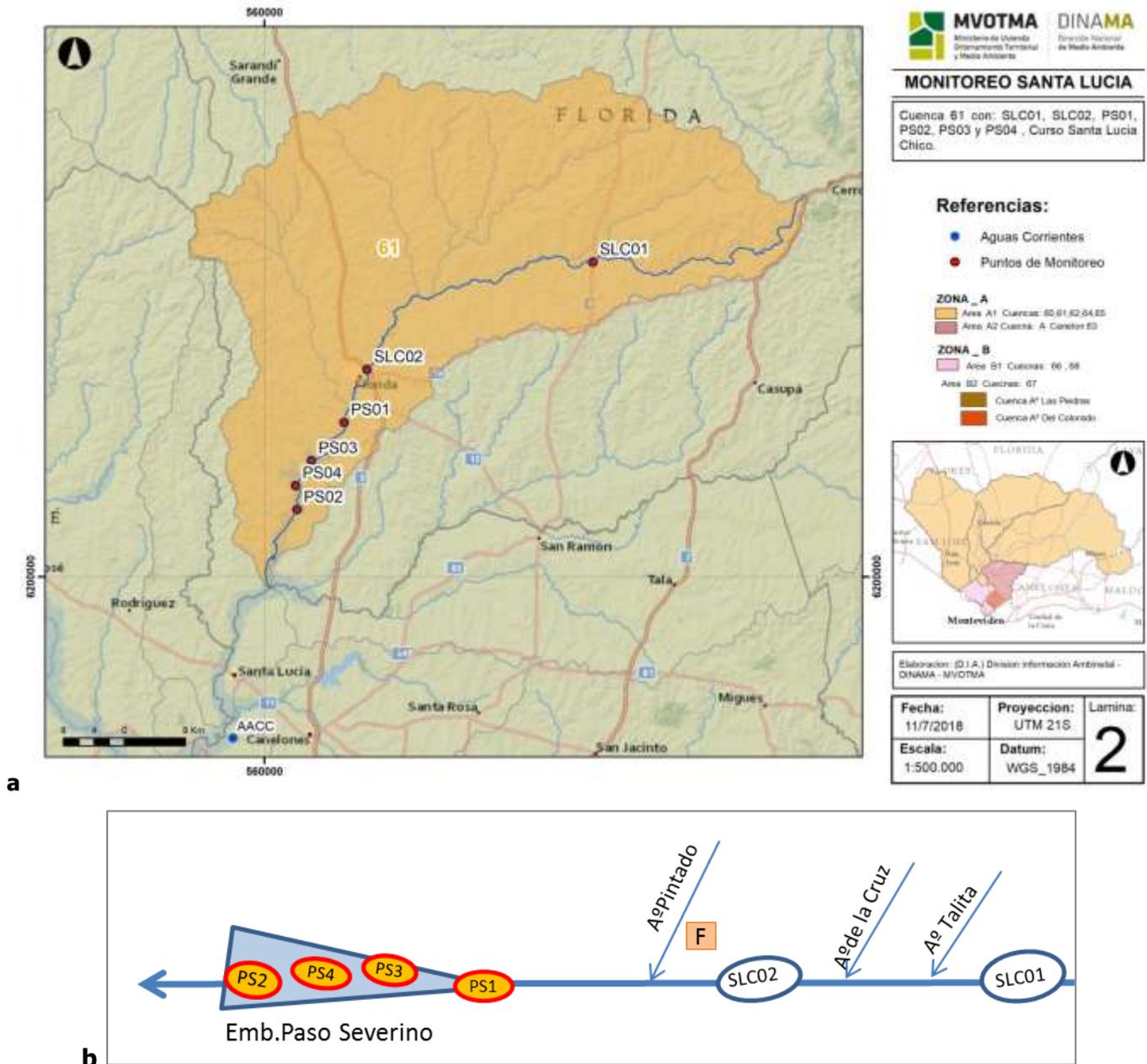


Figura 8 a. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca 61, correspondiente al río Santa Lucía Chico, sobre el cauce principal (nivel 1: SLC01 y SLC02) y en el embalse de Paso Severino (nivel 3: PS01-04). **b.** Esquema hídrico unifilar indicando la ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río Santa Lucía Chico de nivel 1 del cauce principal (círculos azules) y de nivel 3 en el embalse Paso Severino (círculos amarillos) y la ciudad de Florida (F).

3.2.1. RÍO SANTA LUCÍA CHICO

Parámetros físico-químicos y nutrientes

Los parámetros físicoquímicos estuvieron en el rango esperado para el río Santa Lucía Chico y la temperatura reflejó el perfil esperado para los cambios estacionales (Fig. 9). La conductividad presentó un promedio anual de 243 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un mínimo de 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en SCL01 en agosto. El pH fue siempre alcalino y mostró una leve tendencia a neutro a lo largo del año, diferenciándose de la tendencia marcada por los promedios históricos. La concentración de OD estuvo siempre por encima del límite establecido por la normativa, presentando el mínimo en SLC01 (5,3 mg/L) el mes más cálido (febrero). La turbidez presentó valores mínimos en abril (en SLC01 = 2 NTU) y máximos en julio (en SLC01 = 49 NTU).

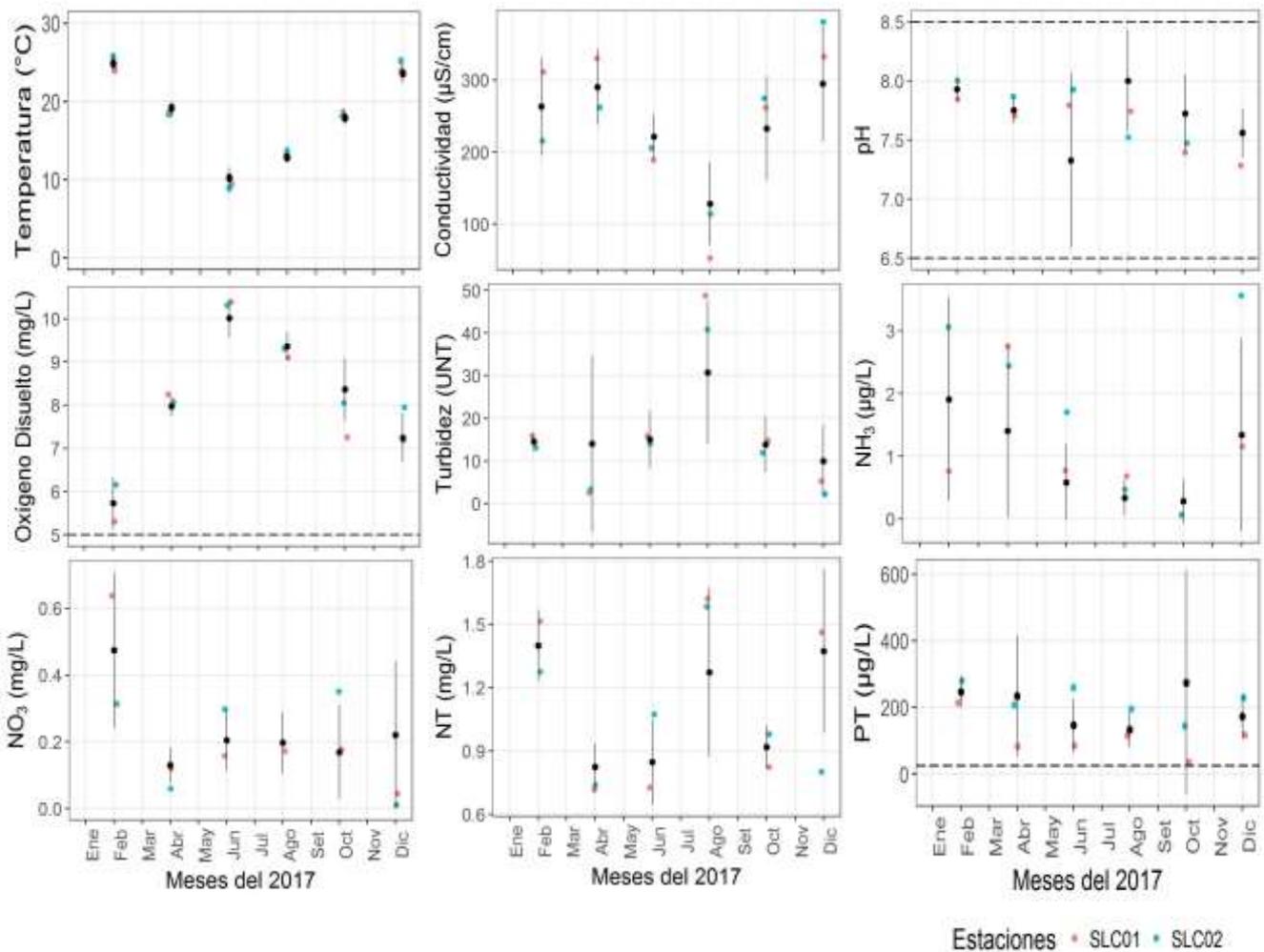


Figura 9. Variación temporal de los parámetros físicoquímicos en el Río Santa Lucía Chico durante el año 2017 para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

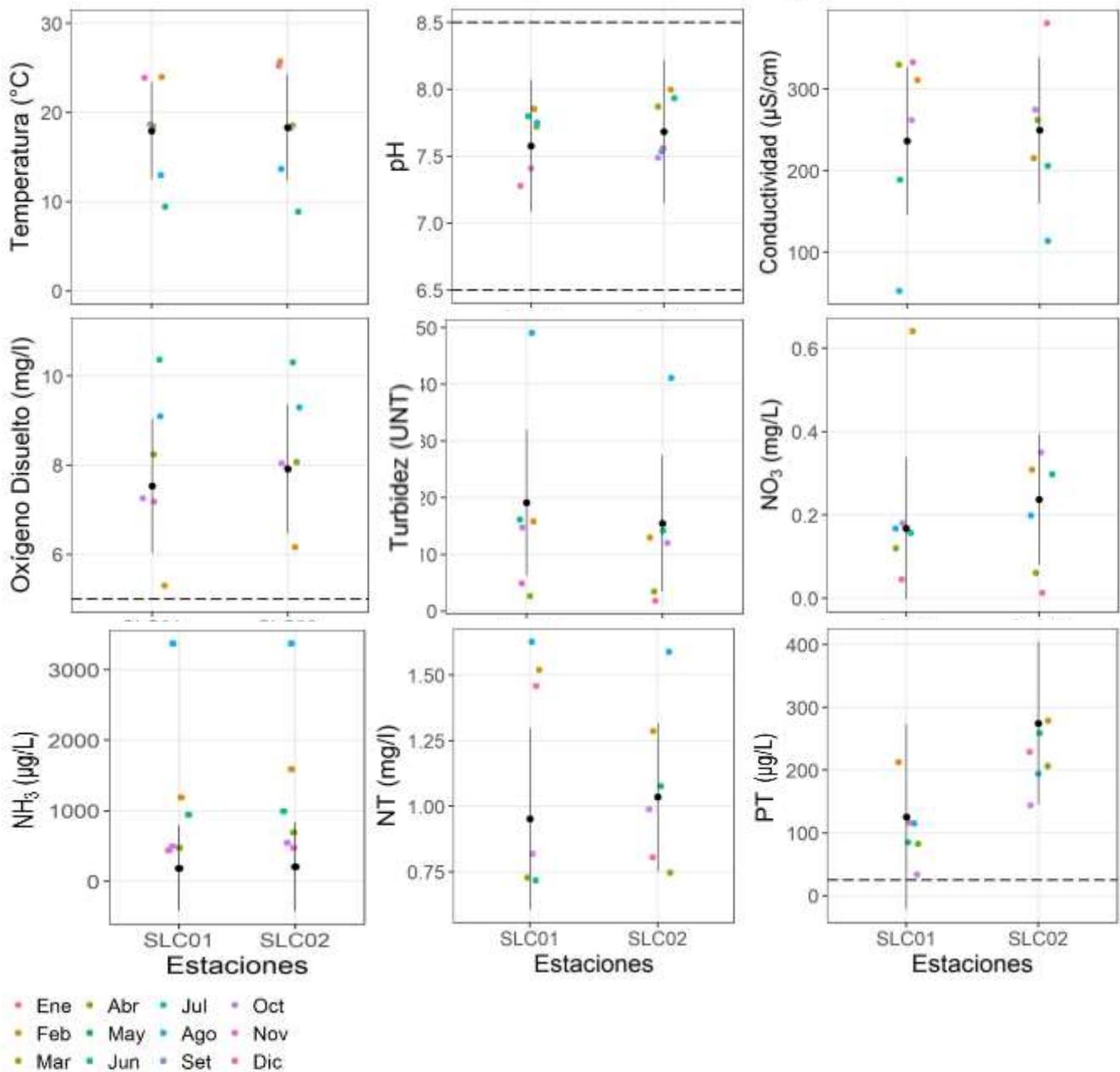


Figura 10. Variación espacial de los parámetros biológicos en el río Santa Lucía Chico durante el año 2017. La estación SLC01 es la más cercana a la naciente. Los puntos de colores indican el mes en el que fue muestreada cada estación en el 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar históricos para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

El nitrito fue mayor en febrero (máximo en SL01 = 0,64 mg/L) que en el resto del año, coincidiendo con los datos previos, y menor en diciembre (mínimo en SL02 = 0,01 mg/L). También el NH_3 fue elevado en febrero, aunque los máximos de éste nutriente se dieron en agosto (171 y 175 mg/L en SLC01 y SLC02 respectivamente). La máxima concentración de NT fue en agosto para ambas estaciones (máximo en SLC02 = 1,62 mg/L), coincidiendo con el máximo de turbidez y el mínimo de conductividad, valores que además están por fuera de lo esperado según los datos de años anteriores (Fig. 9 y 10). La concentración de PT fue mayor en SLC02 que en SLC01 durante todo el año, coincidiendo con la

tendencia de los muestreos anteriores (Fig. 10). Sólo en octubre, la concentración de dicho nutriente fue cercana al máximo establecido por la normativa (34 µg/L en SLC01), el resto de los datos, supera ampliamente éste valor (Fig. 9).

Otros indicadores de contaminación

La densidad de coliformes termotolerantes en junio fue de 60 y 50 UFC/100mL en SLC01 y SLC02 respectivamente, cumpliendo con la normativa. La DBO₅ fue similar en ambas estaciones, con el máximo en abril, superando el límite propuesto por GESTA Agua (5 mg/L) y también el legislado en el Decreto 253/79 (10 mg/L); Tabla VII).

Tabla VII. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en las estaciones lóxicas del río Santa Lucía Chico. LC=0,5; los valores superiores al estándar se indican con color.

Mes	DBO ₅ (mg/L)	
	SLC01	SLC02
Feb	<0.5	<0.5
Abr	18.1	17.3
Jun	2	1.1
Ago	0.6	1.5
Oct	<0.5	0.5
Dic	<0.5	<0.5

3.2.1. EMBALSE PASO SEVERINO

El embalse Paso Severino se encuentra sobre el río Santa Lucía Chico y es mayor sistema léntico del Sistema Cuenca del Santa Lucía. Las estaciones lénticas (PS01-04, Fig. 12) se ubica aguas debajo de las estaciones lólicas SLC01 y SLC02. La estación PS02 se encuentra cercana a la boca del embalse y es la última estación dentro del río Santa Lucía Chico antes de desembocar en el río Santa Lucía (Fig. 8 a y b).

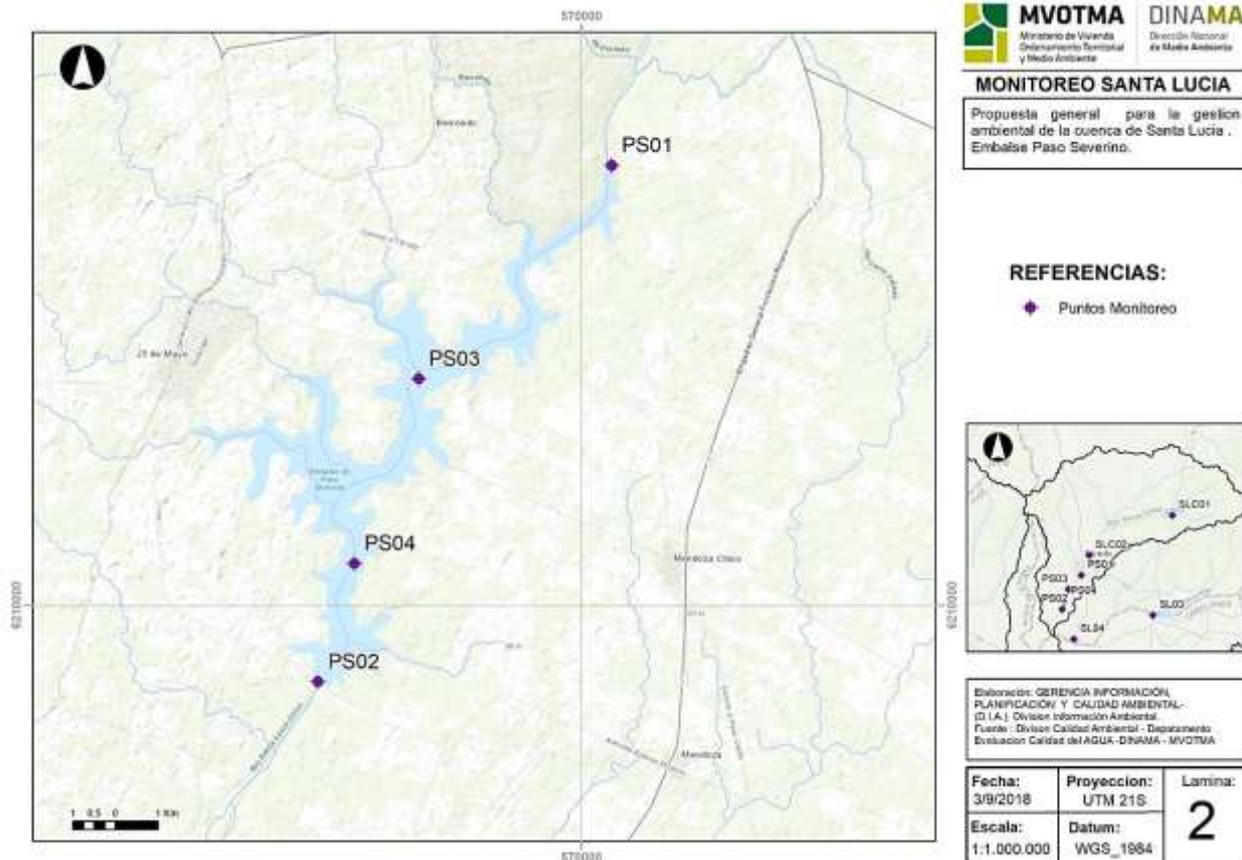


Figura 11. Detalle de los puntos de muestreo en el embalse Paso Severino.

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado acorde a las estaciones climáticas. La concentración de OD no siguió el patrón de temperatura en diciembre, que fue elevado a altas temperaturas. El pH estuvo siempre dentro del rango establecido por la normativa. En el muestreo del mes de agosto se observaron los mínimos valores de conductividad y los máximos de turbidez y concentración de NT (Fig. 12). Mientras que en febrero se observaron los mínimos de OD, turbidez.

La entrada al embalse (PS01) estuvo caracterizada por una alta conductividad, y altas concentraciones de NH_3 y NT. Además dicha estación presentó mayor variabilidad que las demás lo cual podría relacionarse con que su condición de sistema lólico (Fig. 12). El NO_2 (determinada en PS01-04) fue

cuantificable sólo en octubre y diciembre en PS01 alcanzando concentraciones de 0,05 y 0,15 mg/L respectivamente, superando el máximo permitido en diciembre.

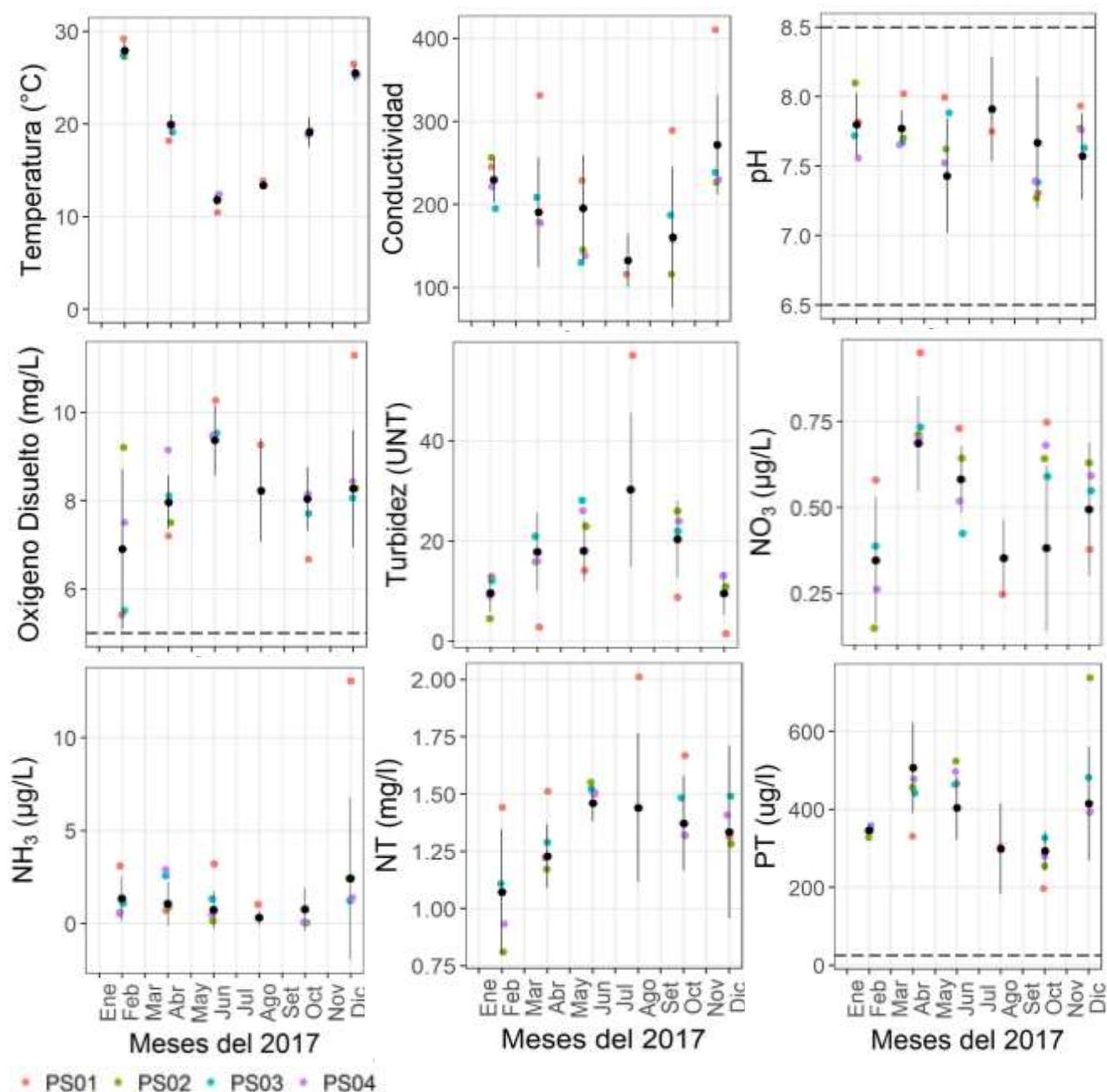


Figura 12. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el embalse Paso Severino durante el año 2017 para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

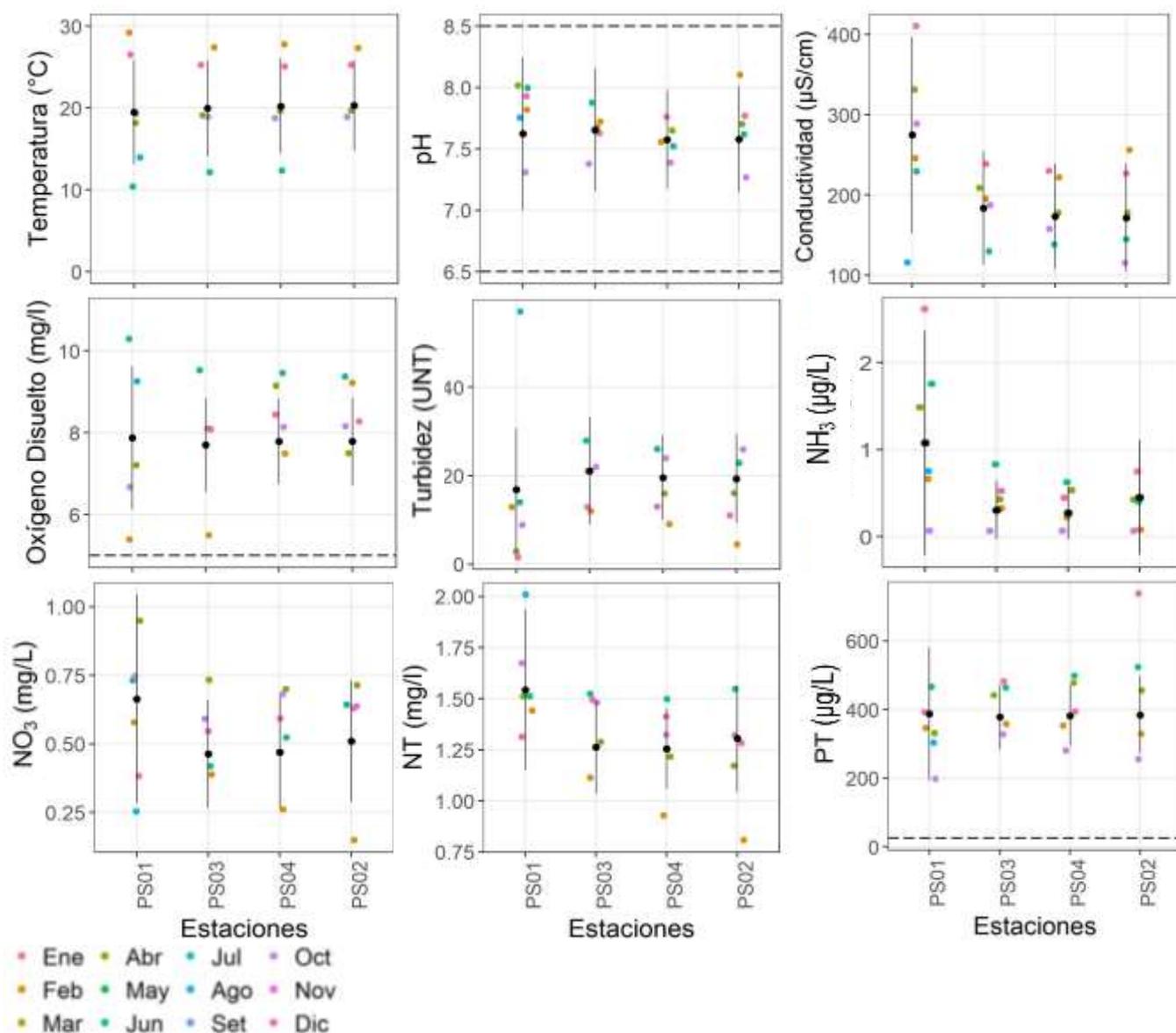


Figura 13. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el embalse Paso Severino, en el río Santa Lucía Chico. Las estaciones se ordenan de desde la cola hacia la boca del embalse, de izquierda a derecha. Los puntos de colores indican el mes en el que fue muestreada cada estación en el 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar históricos para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

La concentración de AOX (determinada en PS02) fue cuantificable en junio, 42 µg/L y <LD (10 µg/L) los demás meses (no fue determinada en agosto). La DBO₅ fue determinada en PS01 y en abril superó el máximo propuesto por GESTA Agua y legislado por el Decreto 253/79 (10 mg/L), coincidiendo con lo observado en SL01 y SL02. La densidad de coliformes termotolerantes fue determinada solamente en junio y estuvo por debajo el máximo permitido. La concentración de clorofila en el embalse fue elevada en diciembre en PS01 (Tabla VIII), coincidiendo con el valor más alto de oxígeno disuelto para este sitio (Fig. 13).

Tabla VIII. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅. LC=0,5) y la densidad de Coliformes termotolerantes (ColiT) en la estación PS01 de Paso Severino. Los valores fuera del rango propuesto por GESTA agua se señalan en color: 5 mg/L para DBO₅ y 1000 UFC/100mL para ColiT.

Mes	DBO ₅ (mg/L)	ColiT (UFC/100mL)
Feb	<0,5	-
Abr	14,4	-
Jun	1,7	590
Ago	0,5	-
Oct	2,3	-
Dic	<LC	-

La concentración de clorofila, como indicador de biomasa de fitoplancton fue elevada en diciembre (Tabla IX), cuando la temperatura fue elevada respecto a los demás meses, sin embargo, no sería un riesgo para fines de conservación (cuerpos de agua calidad 3). Para evaluar otro tipo de riesgos sería necesario conocer qué clase de organismos estaban presentes. En los demás registros, las concentraciones fueron menores a 1 µg/L. Por lo tanto, el crecimiento algal o de cianobacterias fue poco frecuente en Paso Severino y podría estar asociado a la temperatura, dado que la concentración de nutrientes fue suficientemente alta durante todo el año como para soportar las biomásas registradas de organismos fitoplanctónicos (ej. Arocena et al 2008).

Tabla IX Variación temporal de la concentración de clorofila *a* para cada estación de muestreo. Las estaciones se ordenan desde la cola (PS01) hacia la boca del embalse (PS04).

Estación	Mes	Cloa (µg/L)
PS01	Feb	0,4
	Jun	0,6
	Ago	0,6
	Oct	0,8
	Dic	28,6
PS03	Abr	0,4
PS04	Abr	0,4

3.3. RÍO SAN JOSÉ Y ARROYO CAGANCHA

Para el estudio del Río San José, se monitorearon cuatro estaciones en el cauce principal (SJ01, SJ02, SJ03 y SJ04) y una estación en el Arroyo Cagancha, que podría ser receptor de nutrientes y contaminantes (SJ05; Fig. 14).

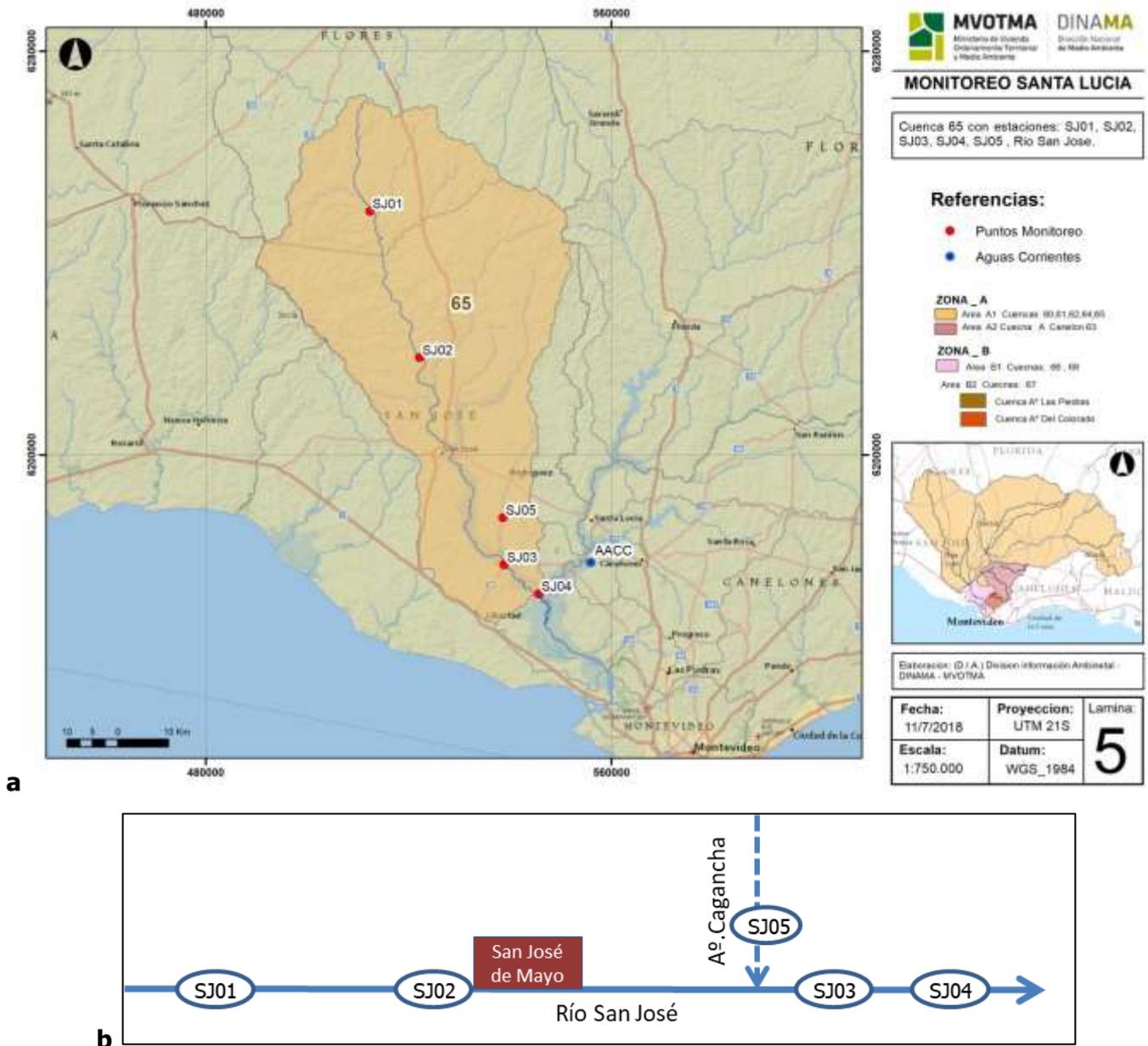


Figura 14. a. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca 65, correspondiente al río San José, ubicadas sobre el cauce principal (nivel 1: SJ01-04) y la estación sobre uno de sus afluentes, el Arroyo Cagancha (SJ05). **b .** Esquema hídrico unifilar con la ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río San José indicando las correspondientes al nivel 1 (cauce principal) y el nivel 2 (arroyo Cagancha), y la ciudad San José de Mayo.

3.3.1. RÍO SAN JOSÉ

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado dado por las estaciones climáticas. La conductividad fue variable durante el año, el mínimo fue de 56,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (SJ01) en agosto mientras que el máximo fue en febrero 608,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (SJ04; Fig. 15). El pH también fue variable pero se mantuvo dentro de los límites de calidad legislado. En febrero la concentración de OD fue menor al límite de calidad en todas las estaciones a excepción de SJ02, coincidiendo con el mes más cálido, por lo que podría estar relacionado a la menor solubilidad del oxígeno gaseoso.

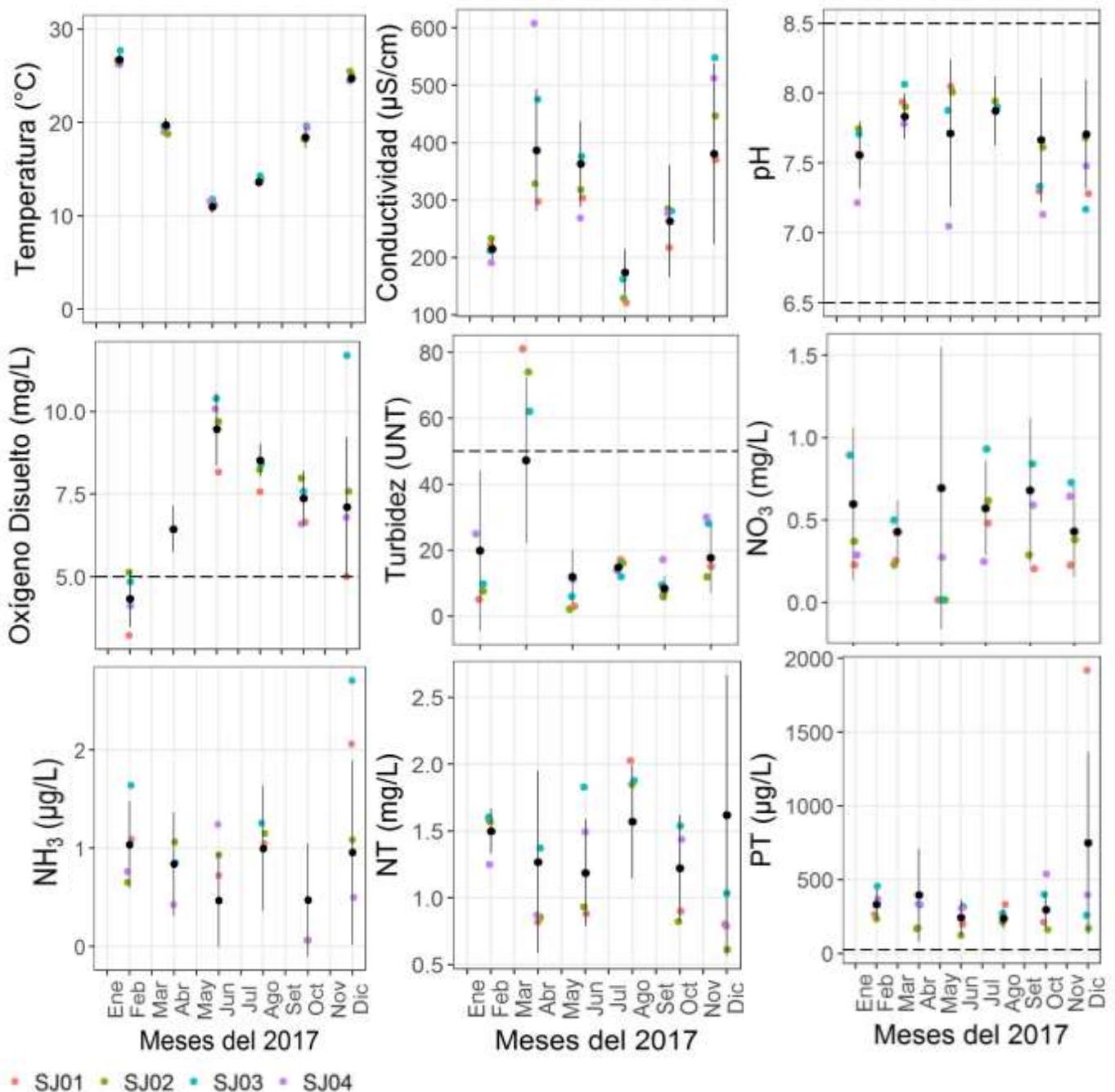


Figura 15. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el río San José durante el año 2017 para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros

indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

La turbidez en abril fue superior al máximo propuesto por GESTA Agua (50 UNT) en todas las estaciones, y además superior a los valores históricos para todas las estaciones de muestreo (Fig. 16). La concentración de PT también fue superior al máximo propuesto en todas las estaciones y todos los muestreos, con el máximo de 1920 µg/L en SJ01 en diciembre. Dicho máximo se aparta más de dos desvíos estándar del promedio anual (488 ± 514 µg/L) para San José, por lo que podría ser un evento puntual o una muestra poco representativa. Además este valor también se aparta del promedio global del año 524 ± 739 µg/L (avg±ds). La concentración de NO₂ fue cuantificable sólo en diciembre, que alcanzó la concentración de 0,07 mg/L.

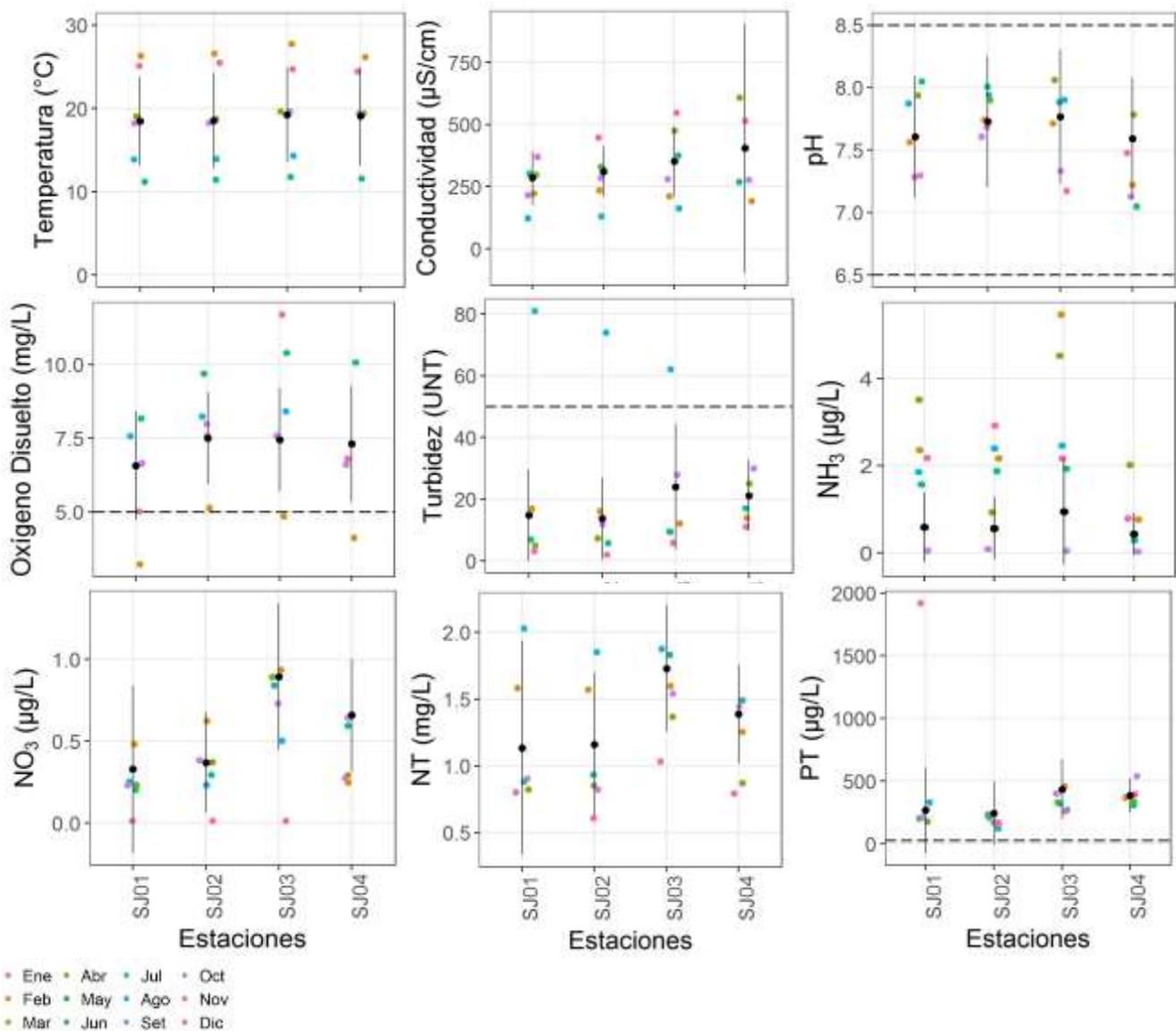


Figura 16. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el río San José. Las estaciones se ordenan de desde la cola hacia la boca del embalse, de izquierda a derecha. Los puntos de colores indican el mes en el que fue muestreada cada estación en el 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar histórico para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

La variabilidad en la conductividad tendió al aumento hacia la desembocadura y el pH fue menor en SJ04. La turbidez y las concentraciones de NO₃, NT y PT presentaron valores superiores en SJ03 y SJ04 en comparación con SJ01 y SJ02. A excepción del máximo de PT en SJ01, que podría ser un hecho aislado dado que se aparta del grupo de datos (Fig. 16).

Otros indicadores de contaminación

La concentración de AOX en SJ04 estuvo por debajo de los límites de detección y cuantificación a excepción de diciembre (Tabla X). No fue cuantificado en agosto. La densidad de coliformes termotolerantes fue de 10 UFC/100mL en SJ01 en diciembre. La demanda bioquímica de oxígeno estuvo siempre por debajo del máximo permitido, cumpliendo con la normativa (Tabla XI).

Tabla X. Concentración de AOX (µg/L) en las estaciones SJ04 durante el año 2017. En agosto no se determinó dicho parámetro en SJ04. LD = 10 µg/L; LC = 17 µg/L.

Meses 2017	Feb	Abr	Jun	Ago	Oct	Dic
AOX (µg/L)	10 – 17	10 – 17	10 – 17	-	10 – 17	<10

Tabla XI. Concentración de DBO₅ (µg/L) en cada mes de muestreo, en las distintas estaciones. El límite de cuantificación del método fue de 0,5 µg/L. Máximo sugerido = 5 mg/L.

DBO ₅ (mg/L) Mes/Estación	SJ01	SJ02	SJ03	SJ04
Feb	<0,5	<0,5	0,50	<0,5
Abr	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Jun	1,70	2,00	1,70	0,70
Ago	0,70	0,60	0,60	-
Oct	0,50	0,50	0,50	0,50
Dic	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

3.3.2. ARROYO CAGANCHA

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La variación de temperatura en SJ05 fue acorde a la esperada, al igual que la conductividad y el pH, este último se mantuvo dentro del rango legislado, cumpliendo con la normativa. Sin embargo, la concentración de oxígeno disuelto fue menor al límite legislado de 5 mg/L en febrero. Dado que los demás meses siguieron un patrón acorde al patrón de temperatura, y que ésta fue anormalmente elevada durante el 2017, la baja concentración de OD podría ser un efecto de la baja disolución de oxígeno gaseoso en el cauce de agua. Además, en el río San José también se vio dicho fenómeno en la concentración de oxígeno disuelto. La turbidez fue variable y elevada en agosto, sin embargo, no sobrepasó el máximo propuesto por GESTA Agua.

Los nutrientes presentaron valores acorde a lo esperado para otros monitoreos. Las concentraciones de amoníaco libre y nitrito fueron menores al máximo legislado y la de nitrógeno total fue relativamente

estable y en agosto fue superior a la del río San José en todo el año (Fig. 17). La concentración de NO₂ fue cuantificable sólo en diciembre, que alcanzó la concentración de 0,24 mg/L, superando el máximo permitido en el Decreto 253/79.

Dadas las diferencias en el Río San José entre las estaciones aguas arriba (SJ01-02) y aguas abajo (SJ03-04) del Arroyo Cagancha, éste último le estaría aportando nitrógeno en formas disueltas y fósforo (Fig. 16). Dicho aporte también se evidencia en las concentraciones de nutrientes determinadas en SJ05 (Fig. 17).

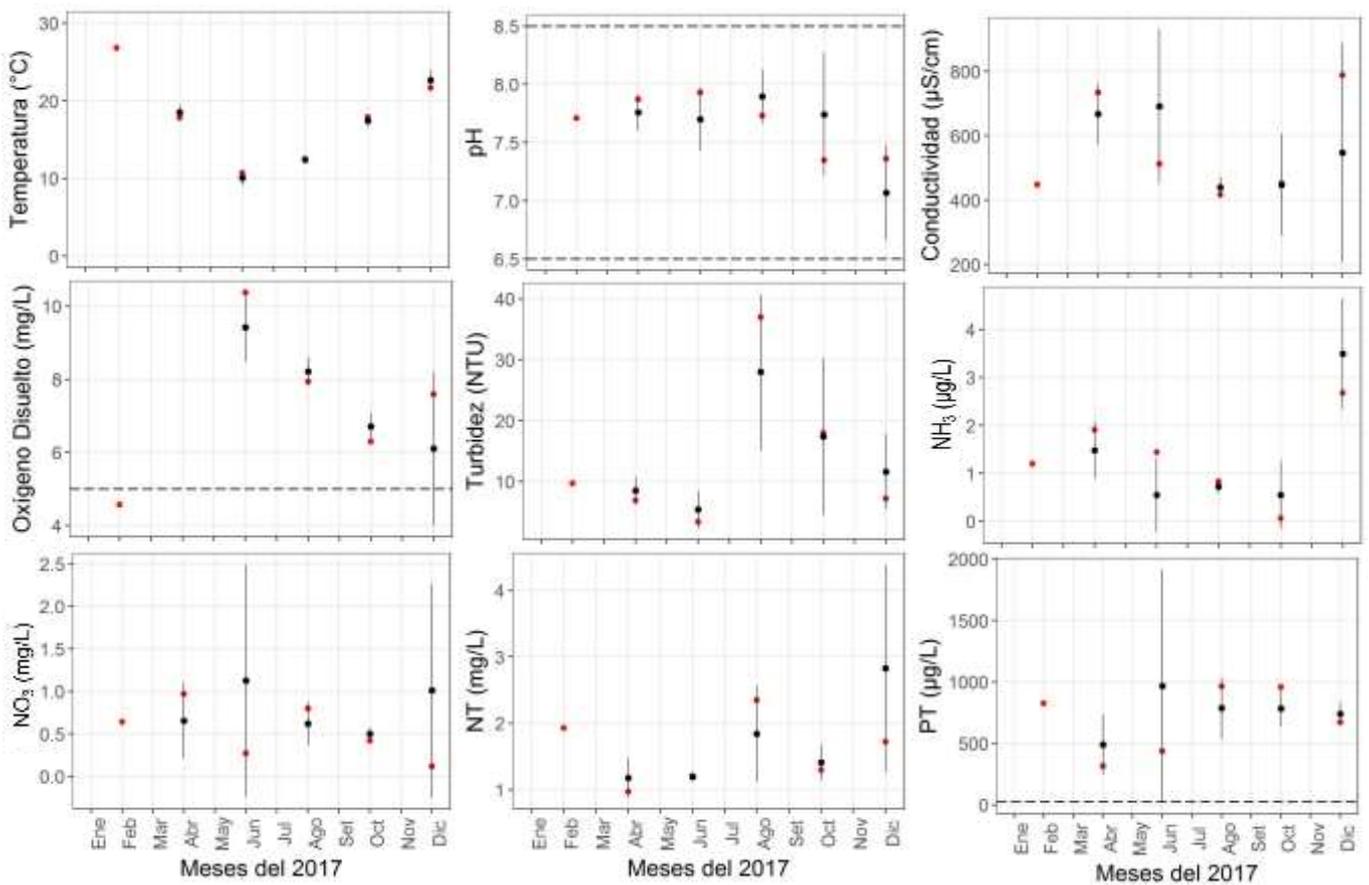


Figura 17. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Cagancha, los puntos rojos representan la estación de monitoreo SJ05. Los puntos y barras negras el promedio histórico y su desvío estándar. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

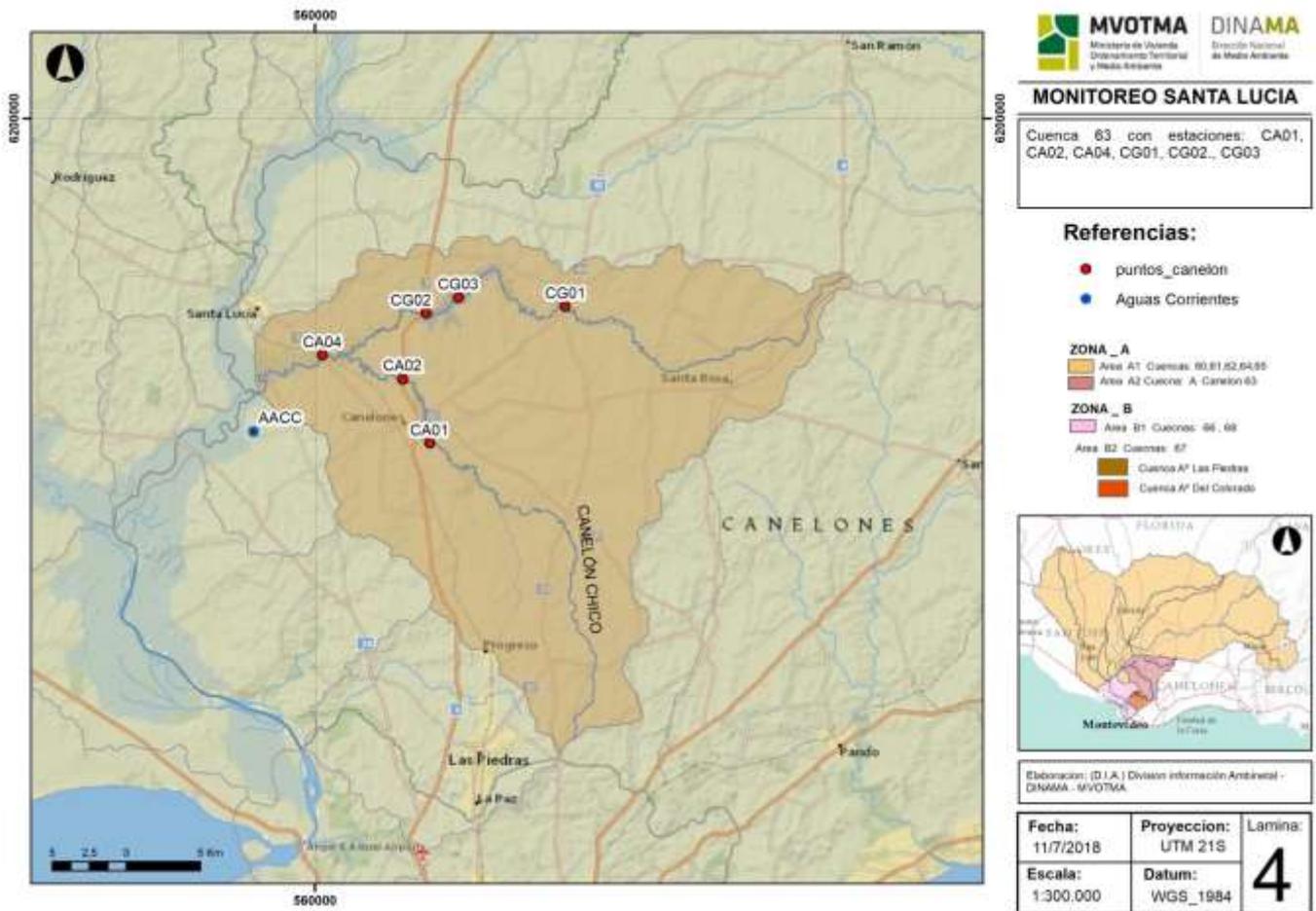
La presencia de aceites y grasas fue detectable (<5 mg/L), aunque no cuantificable (<10 mg/L), sólo en junio. La concentración de AOX fue de 20 y de 24 µg/L en los muestreos de julio y agosto respectivamente. Ambos valores están por debajo del límite propuesto por GESTA-Agua (2014). El resto de los muestreos dicha concentración estuvo entre 10 y 17 µg/L (límites de detección y cuantificación del método respectivamente).

Tabla XII. Concentración de compuestos halogenados adsorbibles (AOX), aceites y grasas (AyG) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en SJ05 durante 2017.

Mes	AOX	AyG	DBO₅
Feb	10-17	5	0,25
Abr	10-17	5	1,8
Jun	20	7,5	1,3
Ago	24	-	0,6
Oct	10-17	5	0,5
Dic	10-17	5	0,5

3.4 ARROYOS CANELÓN GRANDE Y CANELÓN CHICO

Los Arroyos Canelón Grande y Canelón Chico se encuentran en la cuenca 63, su estudio incluye estaciones lóaticas en Canelón Chico (CA01 y CA02), estaciones lénticas en el embalse de Canelón Grande (CG02, CG03), una estación en la cola de dicho embalse (CG01) y una estación lóatica sobre Canelón Grande, luego de la desembocadura del Canelón Grande (Fig. 18).



a

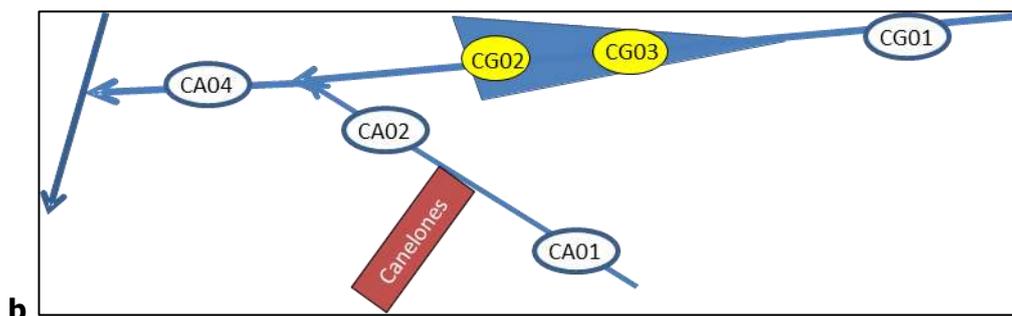


Figura 18 a Ubicación de las estaciones de monitoreo en la cuenca 63, correspondiente a los arroyos Canelón Grande (CG01-03 y CA04) y Canelón Chico (CA01-02, nivel 1). Las estaciones CG02 y CG03 se encuentran dentro del embalse (son nivel 3), mientras que las demás son lóaticas de nivel 1. **b.** Esquema hídrico unifilar con la ubicación de las estaciones de monitoreo en la subcuenca de los Arroyos Canelón Grande y Chico indicando las correspondientes al nivel 1 (cauce principal) y el nivel 3 (embalse).

3.4.1 ARROYO CANELÓN GRANDE

En el Arroyo Canelón Grande se ubican dos estaciones lóxicas (CG01 y CA04, Fig. 18) y dos estaciones lenticas, dentro del embalse (CG02 y GC03; Fig. 19)

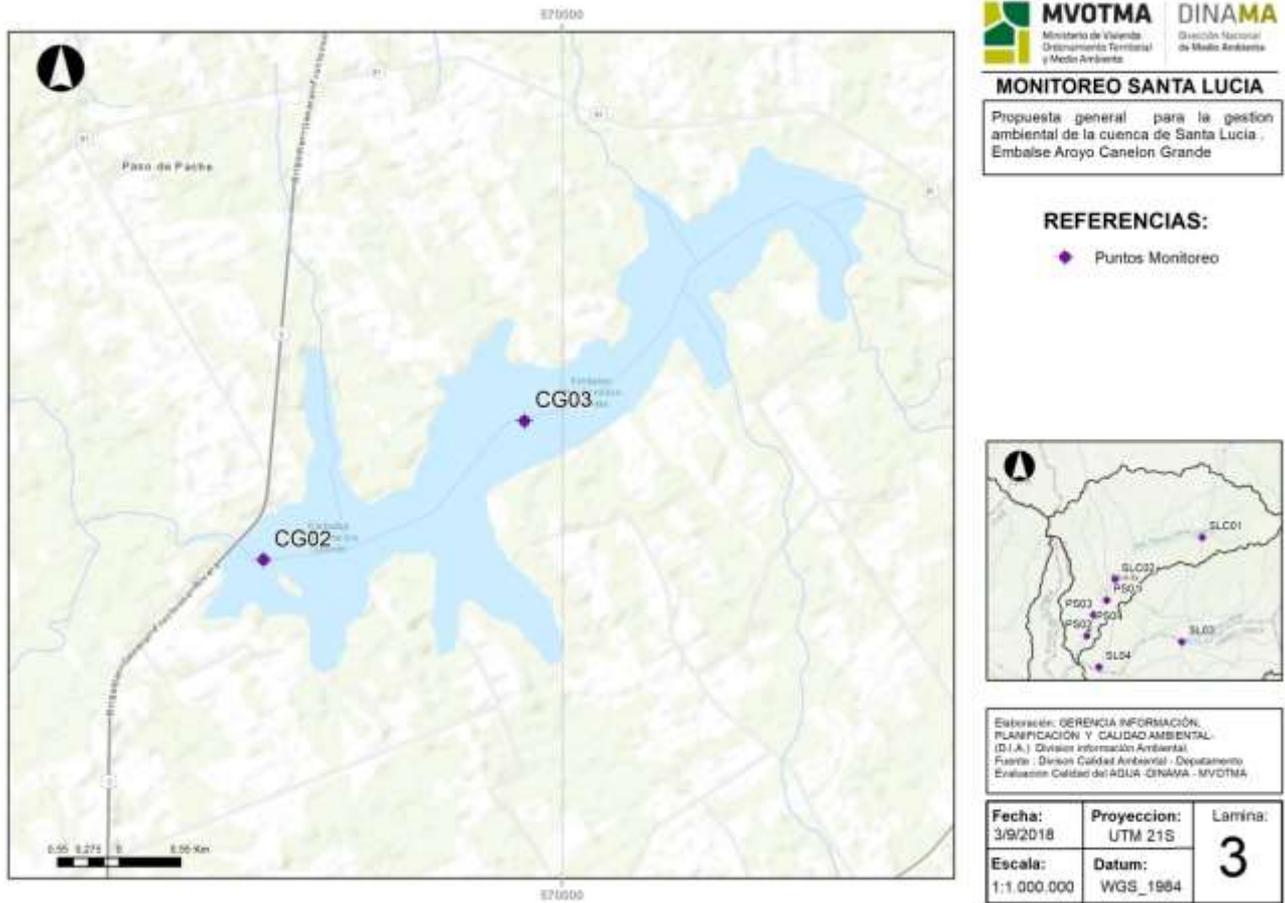


Figura 19. Detalle de los puntos de monitoreo dentro del embalse Canelón Grande.

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado, al igual que la conductividad (Fig. 20). El pH presentó mejores valores este año en el mes de junio que en los otros años muestreados. La concentración de oxígeno disuelto fue menor al mínimo requerido en las estaciones CG01 y CA04. La turbidez superó el máximo sugerido por GESTA Agua en octubre y diciembre en las estaciones más centrales del embalse (Fig. 21). Las concentraciones de nutrientes presentaron gran variabilidad y valores superiores a lo esperado según los rangos históricos, principalmente en la estación CA04. La concentración de PT fue elevada, incumpliendo con la normativa en todos los casos muestreados.

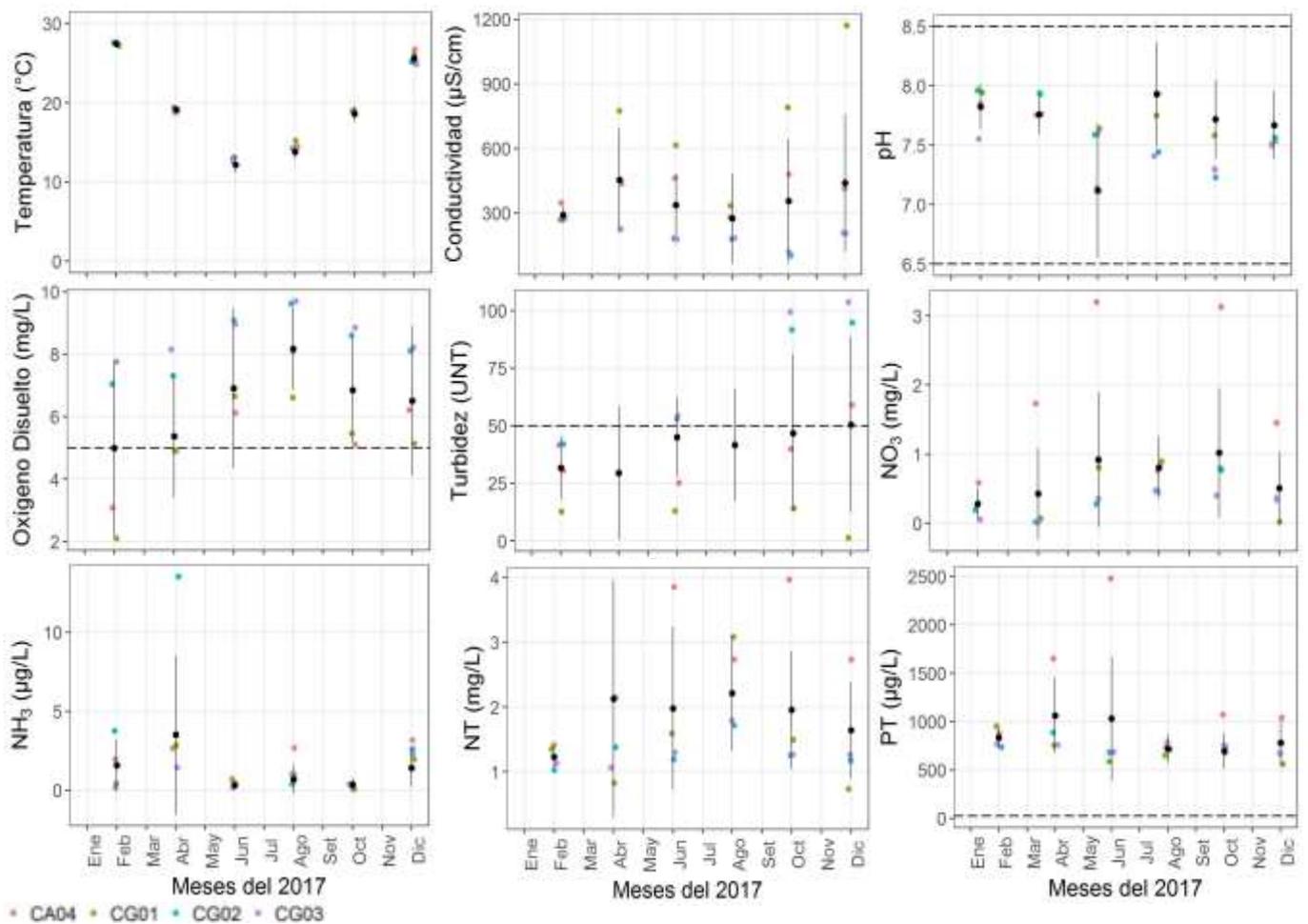


Figura 20. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Grande para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Las estaciones dentro y fuera del embalse (CA4 y CG01) presentaron patrones diferentes de oxígeno disuelto, conductividad. CA04 se encuentra aguas abajo del embalse y de la desembocadura del arroyo Canelón Chico, por lo que su mayor variabilidad y concentración de nutrientes podría estar relacionada al aporte de estos sistemas. Mientras que en las estaciones dentro del embalse (CG02 y CG03) presentaron similar comportamiento de los parámetros dada su característica de ambientes lénticos (Fig. 21). La estación CA04 presentó los mayores valores de NT, PT, NO₃ mientras que CG01 fue la estación con menores registros de turbidez y OD (Fig. 21). A la vez, dicha estación fue similar a CG01 en el patrón de variación de OD (Fig. 21).

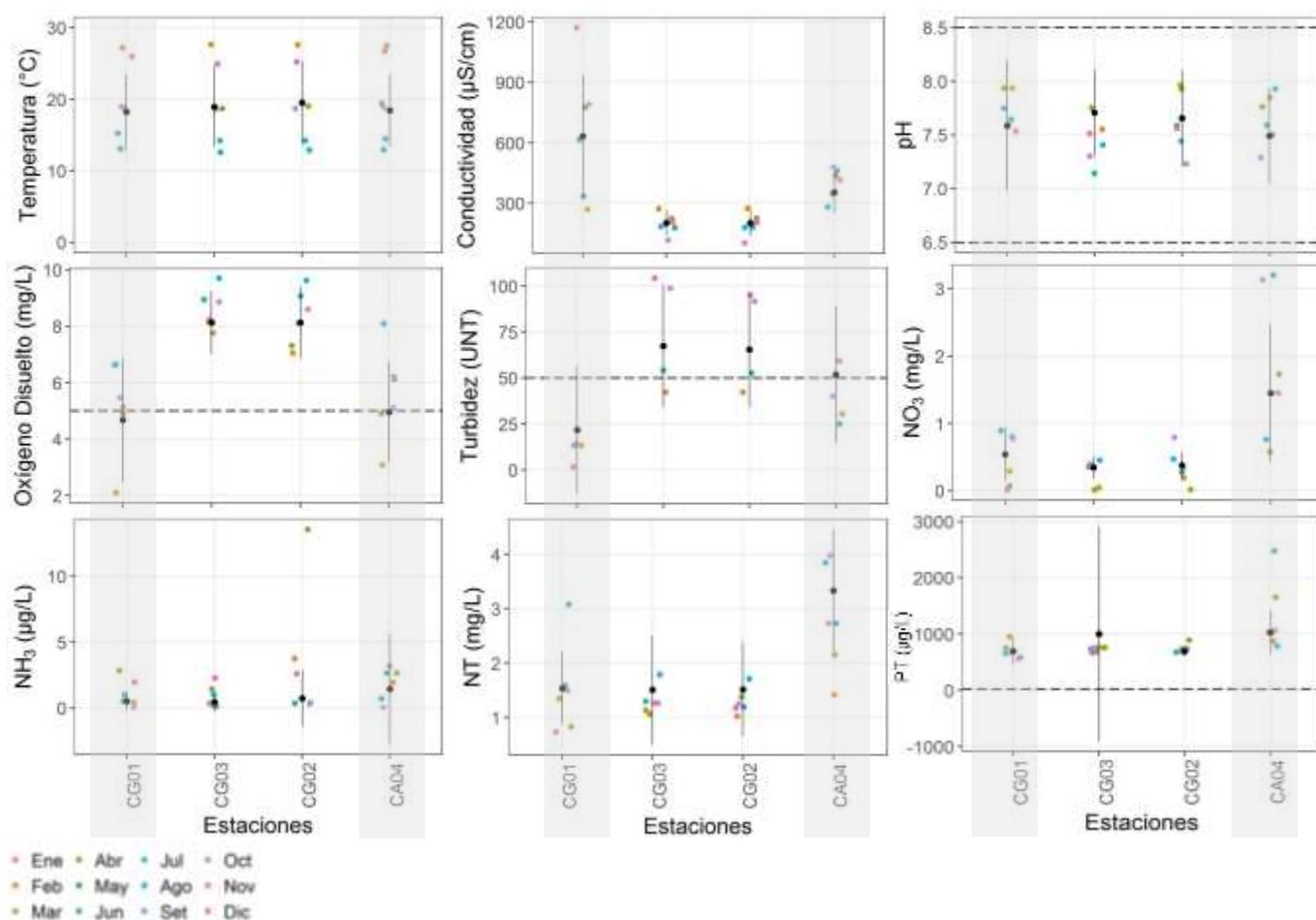


Figura 21. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Grande. Las estaciones lénticas se indican en sombreado, CG02 y CG03 están dentro del embalse. Los puntos de colores indican el mes en el que fue muestreada cada estación en el 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar históricos para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

En cuanto a la temperatura y el pH las cuatro estaciones se comportaron de manera similar durante el año 2017 y también en los años anteriores (Fig. 21). La temperatura en los meses
 En general se observó que las estaciones GC02 y GC03 tienen comportamiento similar.

Otros indicadores de contaminación

La máxima concentración de clorofila *a* fue de 185 µg/L, en CG02 en abril (Fig. 22). Dicha concentración fue la segunda más alta registrada hasta el momento en el embalse de Canelón Grande, luego del máximo de 417 µg/L de 2016 en (también en GC02; DINAMA, 2015). Además el pico de clorofila en 2017 coincide con uno de los valores más elevados de concentración de PT (889 µg/L) y la mayor concentración de NH₃ (13,5 µg/L). Sin embargo, no coincidió con concentraciones elevadas de nitrógeno total (respecto al resto de los valores de esta estación) ni con temperaturas elevadas. Para conocer posibles riesgos del crecimiento algal sería necesario conocer las especies que se desarrollaron.

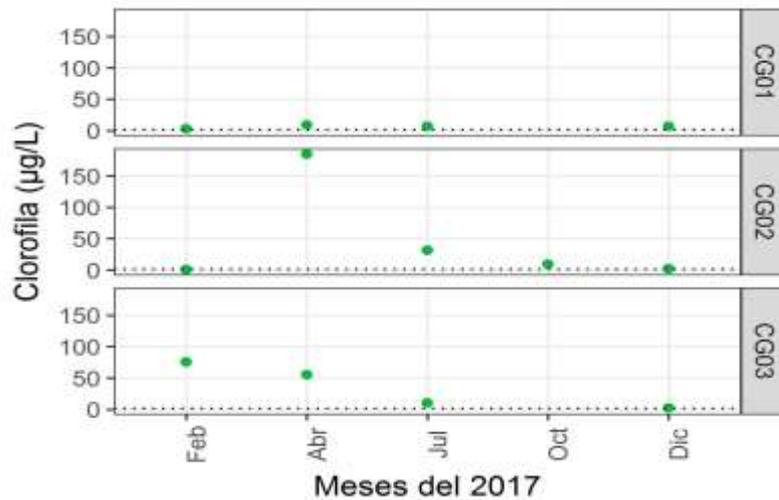


Figura 22. Concentración de clorofila *a* en los tres sitios de muestreo del embalse en Canelón Grande monitoreados en 2017.

Las densidades de coliformes termotolerantes (determinados en junio) fueron menores al máximo permitido por la normativa (2000 UFC/100mL, Decreto 253/79; Tabla XIII). La concentración de AOX fue determinada en CA04 cada mes muestreado (Tabla XIV), tanto en junio como en agosto, superó el límite de permitido por la legislatura alemana (LAWA, 1998).

Tabla XIII. Densidad de Coliformes termotolerantes (ColiT) en junio en de Canelón Grande

Estación	CG01	CG02	CG03	CA04
ColiT (UFC/100mL)	370	360	10	210

Tabla XIV. Concentración de Compuestos halogenados adsorbibles (AOX, LD=10; LC=17) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅, LC=0,5) en CA04 durante el 2017

Mes	AOX (µg/L)	DBO ₅ (mg/L)
Feb	<10	0,25
Abr	<17	0,25
Jun	26	0,7
Ago	29	-
Oct	20	0,5
Dic	22	0,5

3.4.2 ARROYO CANELÓN CHICO

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura, la conductividad y el pH presentaron valores y variabilidad de acuerdo a lo esperado y estuvieron dentro del rango permitido (Fig. 23). La concentración de OD fue menor al límite inferior permitido en los muestreos de febrero, abril y octubre. La concentración de PT fue superior a lo permitido en todos los muestreos.

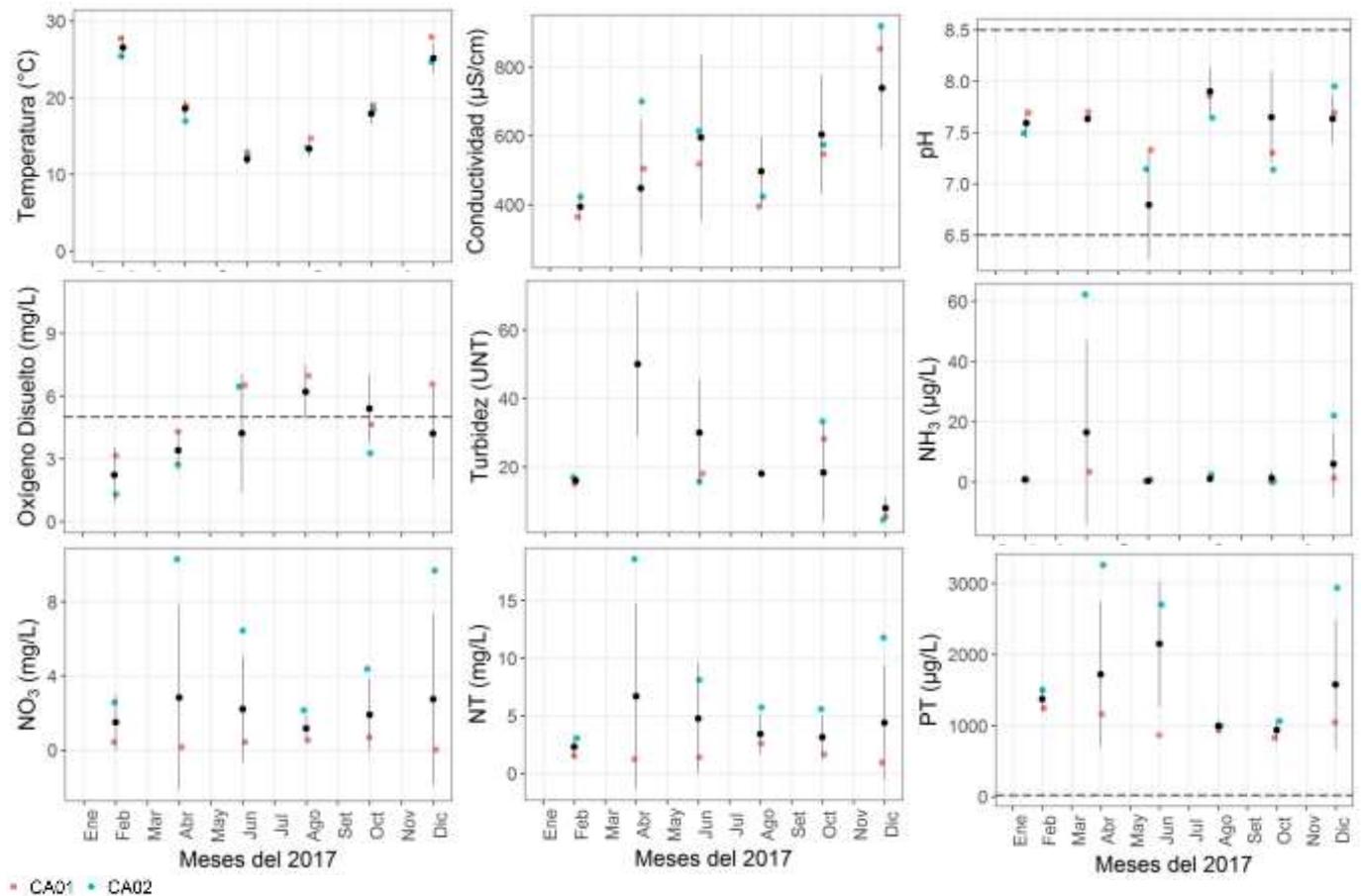


Figura 23. Variación temporal de los parámetros físicoquímicos en el embalse Canelón Chico para cada estación de monitoreo. Los puntos de colores corresponden a las estaciones de monitoreo y los puntos negros indican el promedio histórico del mes (2011-2017) con su desvío estándar asociado. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Ambas estaciones no presentaron diferencias importantes en cuanto a temperatura, conductividad, pH y turbidez durante el 2017 (Fig. 24). La estación CA02 presentó mayor variabilidad y valores mayores en la concentración de nutrientes. Además, la concentración de oxígeno alcanza el mínimo en CA02, por lo que ésta estación presentaría menor calidad de agua que la CA01. Esto podría estar relacionado a que se la estación CA02 se encuentra aguas debajo de la ciudad de Canelones (Fig. 18 b.).

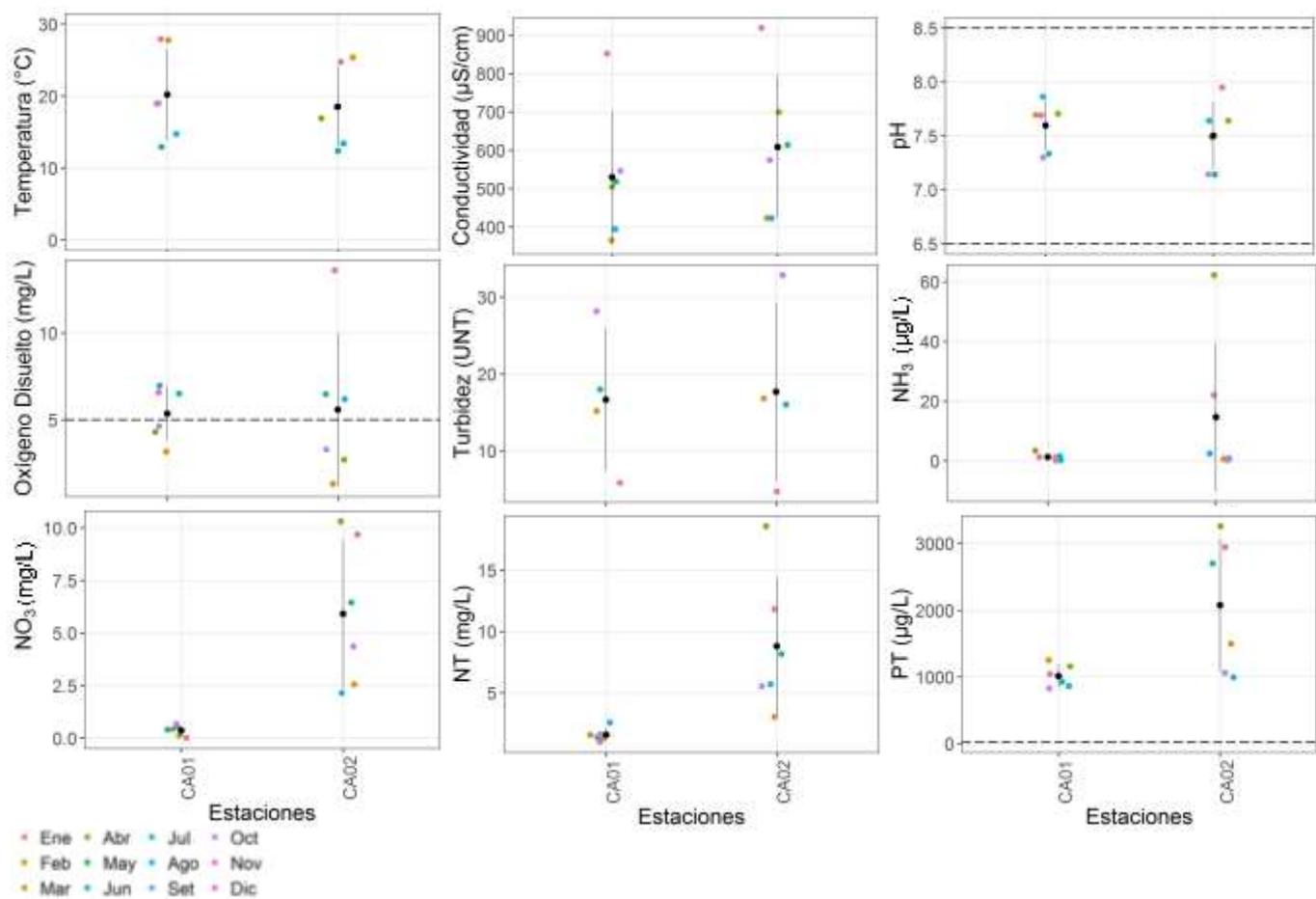


Figura 24. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Canelón Chico, los puntos de colores son los datos recabados en 2017. Los puntos negros y las barras indican el promedio \pm el desvío estándar históricos para cada estación de monitoreo (todos los datos muestreados desde 2011 hasta la fecha). Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

3.5. ARROYO COLORADO

La estación correspondiente al Arroyo Colordado se encuentra en la desembocadura del mismo, por lo que presenta influencias también del río Santa Lucía y en ocasiones del Río de la Plata, ya que se encuentra en una marisma (Fig. 25). A su vez, el Arroyo Las Piedras desemboca en el Arroyo Colorado y ha presentado valores de mala calidad de agua en estudios previos (Arocena et al 2008).

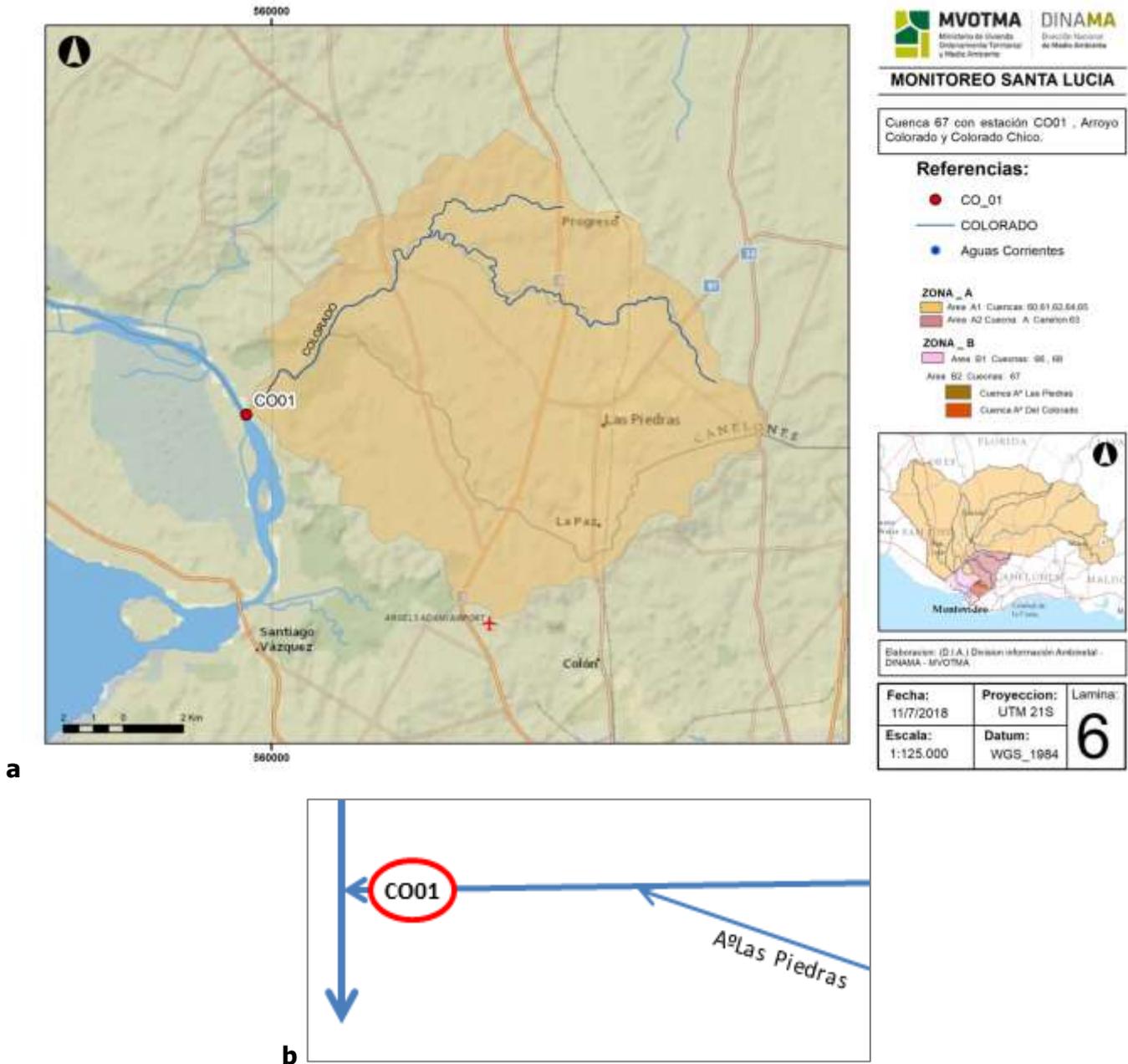


Figura 25 a. Ubicación de la estación de monitoreo en la cuenca del A° Colorado. **B.** Esquema hídrico unifilar del Arroyo Colorado y la estación de monitoreo.

Parámetros físico-químicos y nutrientes

La temperatura siguió el patrón esperado, sin embargo, la concentración de oxígeno disuelto no acompañó a la temperatura de forma clara (Fig. 26). Al mismo tiempo la conductividad fue elevada en

diciembre, similar a lo que se ha observado anteriormente, por lo que podría deberse a influencia del Río de la Plata. El pH y la turbidez estuvieron siempre dentro del rango permitido al igual que la turbidez y el nitrato. En octubre, la concentración de NO_2 fue de 0,12 mg/L, superando el máximo permitido.

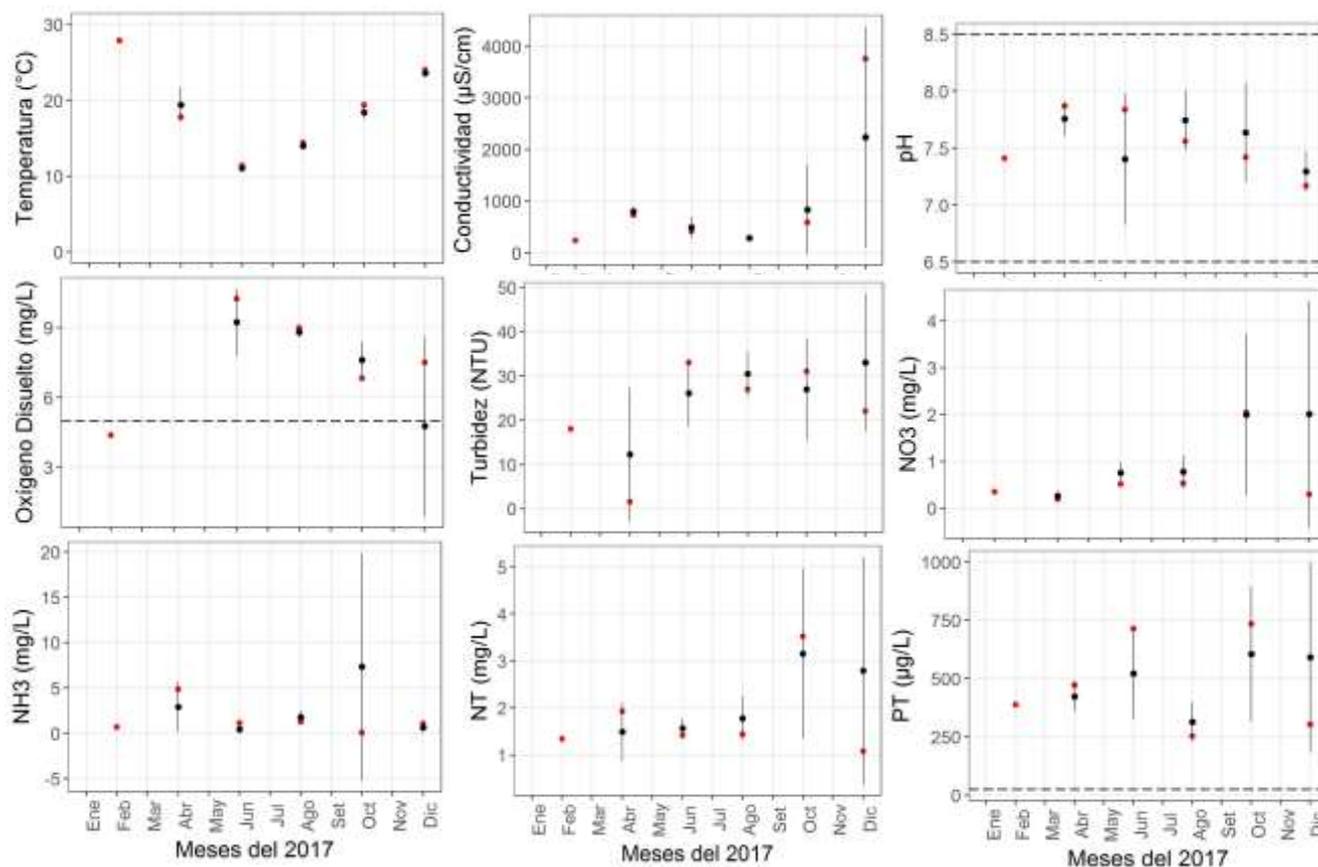


Figura 26. Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en el Arroyo Colorado, estación de monitoreo CO01. Las líneas punteadas horizontales indican los valores estándares para calidad de agua de clase 3.

Otros indicadores de contaminación

La concentración de aceites y grasas en CO01 fue detectable sólo en junio, el resto de los meses fue menor al límite de detección del método (LD=5 mg/L y LC=10 mg/L).

3.6. PESTICIDAS Y DERIVADOS EN 2017

La concentración de Endosulfan α . Endosulfan β . Endosulfan SO₄ y atrazina estuvieron siempre por debajo del límite de detección del método (rango de LDs = 0,006-0,002; 0,0006-0,001; 0,0006-0,01; 0,9-0,02 $\mu\text{g/L}$ respectivamente) cumpliendo con los límites de la legislación. Sin embargo, el glifosato fue cuantificable en 21 casos (de un total de 39), siempre por debajo del límite superior establecido en GESTA-Agua. De forma similar, el AMPA (derivado del glifosato) fue cuantificable en 34 casos de 39 y detectable en los demás (Tabla XV). Si bien no se estableció un valor guía para AMPA, su toxicidad sería equivalente a la del glifosato según la OMS (2006).

Tabla XV. Concentración de pesticidas y derivados en las estaciones analizadas, durante los meses del 2017. Los valores menores al límite de detección se señalan como <LD, los valores detectados pero no cuantificados se presentan como el rango LD-LC.

Estación	Mes	Glifosato ($\mu\text{g/L}$)	AMPA ($\mu\text{g/L}$)
AV05	2	0,51	1,33
	4	0,1-0,2	0,67
	6	0,70	1,91
	8	0,48	1,46
	10	0,54	0,96
	12	0,27	0,87
CA04	2	0,44	1,37
	4	0,1-0,2	1,11
	6	0,38	0,74
	8	0,92	1,23
	10	0,87	0,99
	12	0,33	1,31
PS02	2	0,1-0,2	0,95
	4	0,1-0,2	0,53
	6	0,81	0,80
	10	<0,1	0,25-0,5
	12	0,1-0,2	0,57
SJ04	2	0,29	0,76
	4	<0,1	1,20
	6	0,2	0,56
	10	0,61	0,85
	12	0,24	0,98
SJ05	2	0,1-0,2	0,95

Estación	Mes	Glifosato ($\mu\text{g/L}$)	AMPA ($\mu\text{g/L}$)
	4	<0,1	0,25-0,5
	6	0,55	1,61
	8	0,27	1,03
	10	<0,1	0,90
	12	0,76	1,72
SL05	2	0,22	0,55
	4	<0,1	0,25-0,5
	6	0,34	0,63
	8	0,1-0,2	0,25-0,5
	10	0,1-0,2	0,25-0,5
	12	<0,1	0,5
SL06	2	0,1-0,2	0,74
	4	<0,1	0,91
	6	0,1-0,2	0,51
	8	0,41	1,16
	10	<0,1	0,25-0,5
	12	0,1-0,2	2,01

3.7. COMPARACIÓN ENTRE CUENCAS 2017

Al comparar los resultados obtenidos en 2017 de las cuencas de nivel 1 y 3 con los de las estaciones ubicadas en el río Santa Lucía, se observó que tanto la temperatura como el pH no presentaron diferencias importantes (Fig. 27). Sin embargo, tanto la concentración de oxígeno disuelto como la de nutrientes y la DBO₅ indican que el arroyo Canelón Chico presentó menor calidad de agua (Fig. 27). Sólo los arroyos Canelón Grande y Canelón Chico y el río San José presentaron valores de OD menores al mínimo legislado. Tanto la turbidez como la concentración de PT fueron mayores en Canelón Chico que en el resto de los cauces, mientras que las concentraciones de NO₃ y NT alcanzaron valores mayores en Canelón Grande.

La densidad de ColiT fue siempre menor al máximo establecido por el Decreto 253/79 y a la propuesta GESTA Agua (Fig. 28). A su vez, dicha densidad fue mayor en Paso Severino (PS01) que en Santa Lucía Chico (SLC02), lo cual podría indicar un aporte desde la ciudad de Florida (Fig. 27 y 7b). Dentro de la cuenca Santa Lucía, las altas densidades de ColiT se observaron en las estaciones cercanas a las ciudades de San Ramón (SL03) y Santa Lucía (SL05).

Respecto a la concentración de AOX, de las 40 muestras analizadas, sólo 16 fueron detectables (≥ 10 µg/L) y sólo 9 cuantificables (≥ 17 µg/L). Si bien el rango de concentraciones es mayor en Canelón Grande que en el resto de las cuencas, el máximo y único valor que sobrepasa el límite propuesto fue Paso Severino.

El patrón de DBO₅ y de ColiT en Santa Lucía Chico fue similar en SLC01, SLC02 y PS01, a pesar de que la ciudad de Florida se encuentra entre SLC02 y PS01. Sin embargo, la concentración de PT fue siempre mayor en PS01 que en SLC02 indicando un posible aporte urbano.

En comparación con el Río Santa Lucía, el Arroyo Colorado (no mostrado en las figuras) presentó valores elevados de turbidez y de fósforo total. Lo cual es esperable dado que se encuentra aguas debajo del río Santa Lucía y recibe aportes urbanos a través del arroyo Las Piedras (Fig. 23).

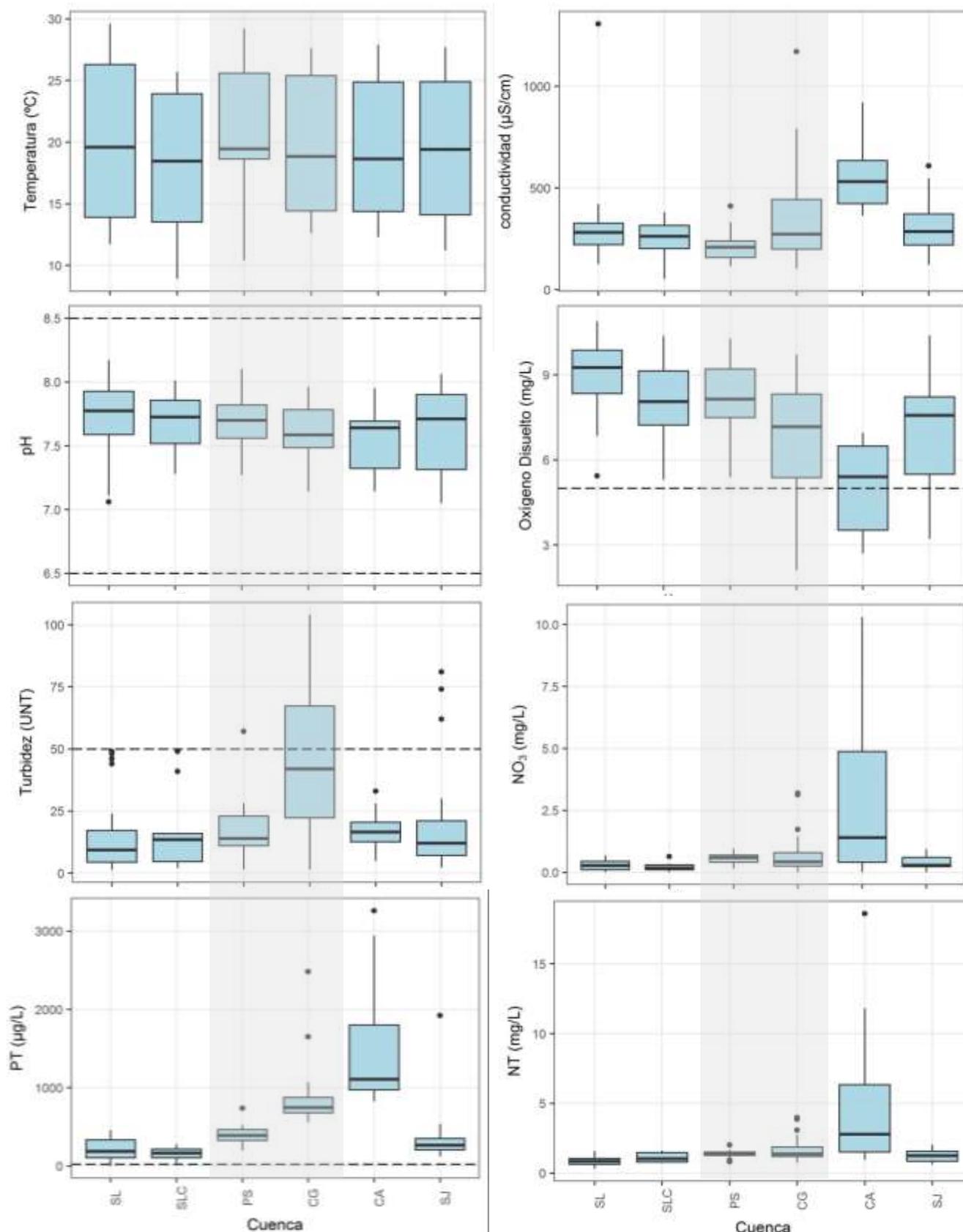


Figura 27. Variación de los principales parámetros entre cuencas de nivel 1 y 3: Santa Lucía (SL). Santa Lucía Chico (SLC), Paso Severino (PS). Canelón Grande (CG). Canelón Chico (CA) y San José (SJ). Cada caja representa los percentiles 25 y 75 %, la línea horizontal la mediana, las líneas verticales representan el RIQ*1,5 (RIQ: rango intercuartílico), los puntos por fuera señalan datos que posiblemente estén fuera de rango, N = 4 para cada caja. Las fechas corresponden a las campañas de muestreo y las líneas punteadas señalan los estándares de calidad, No se contó con datos suficientes de transparencia para realizar los gráficos de cajas. En sombreados las cuencas principalmente lénticas.

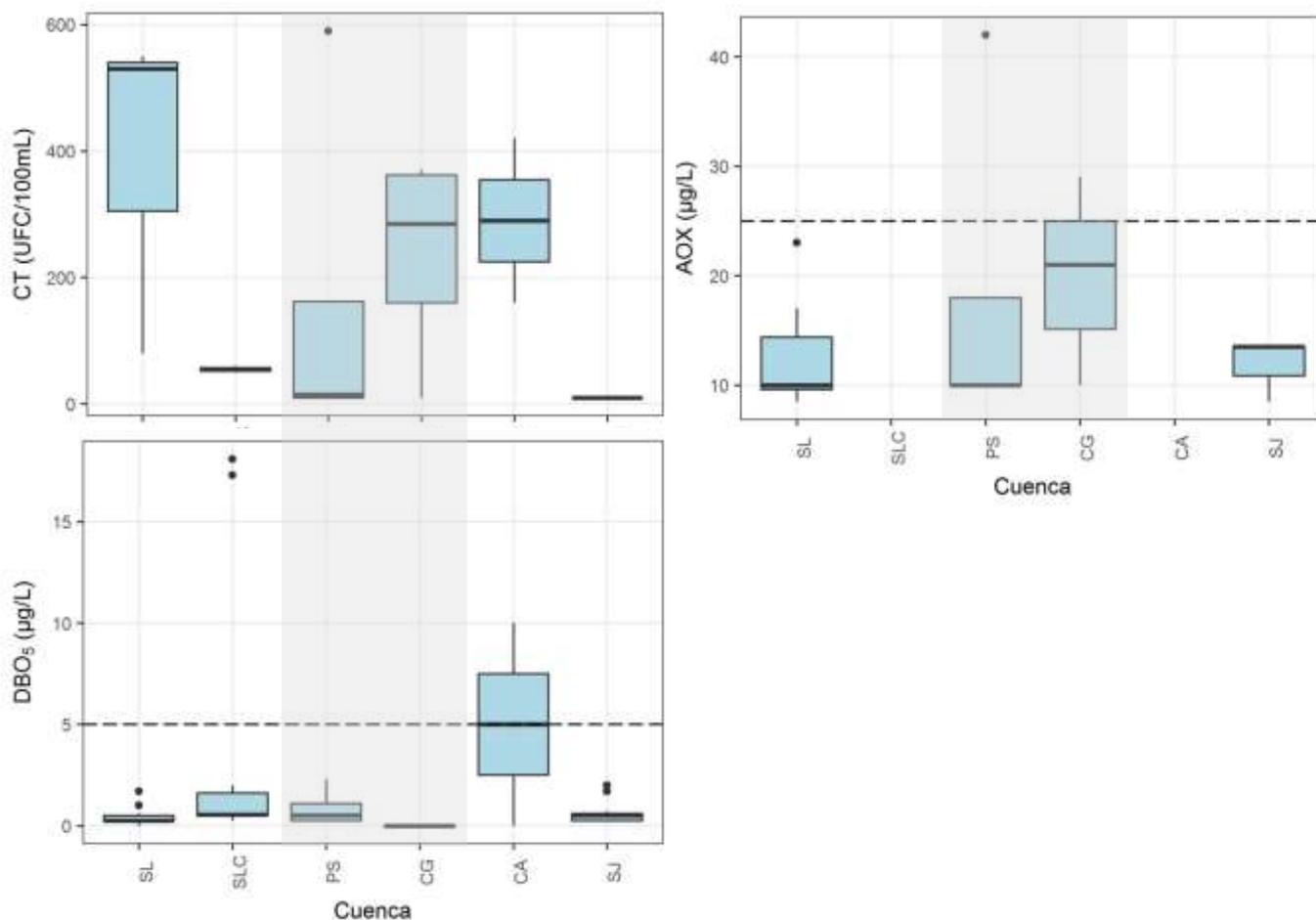


Figura 28. Variación de la densidad de Coliformes Termotolerantes (CT) y Compuestos Halogenados Adsorbibles (AOX) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) entre cuencas de nivel 1 y 3: Santa Lucía (SL). Santa Lucía Chico (SLC), Paso Severino (PS). Canelón Grande (CG). Canelón hico (CA) y San José (SJ). Cada caja representa los percentiles 25 y 75 %, la línea horizontal la mediana, las líneas verticales representan el RIQ*1,5 (RIQ: rango intercuartílico), los puntos por fuera señalan datos que posiblemente estén fuera de rango, N = 4 para cada caja. Las fechas corresponden a las campañas de muestreo y las líneas punteadas señalan los estándares de calidad, No se contó con datos suficientes de transparencia para realizar los gráficos de cajas.

3.8. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO 2017

El índice de estado trófico, IET reflejó el aumento de nutrientes desde la cuenca alta (SLC01, SL02) hacia la cuenca baja (CO01; Fig. 28; Tabla XV) en el Sistema de Cuenca Santa Lucía. Los cauces mesotróficos se observaron en las nacientes, a excepción de la estación SJ01 (cercana a la naciente del Río San José) que fue supereutrófica. Los mayores valores de eutrofización se registraron en los ríos Canelón Grande y Canelón Chico, seguido por el Arroyo Cagancha (SJ05) y el Arroyo de la Virgen (AV05). Sólo 3 de los cauces muestreados presentaron niveles de mesotróficos y 4 de las estaciones de nivel 1 en el río Santa Lucía presentaron estado Eutrófico.

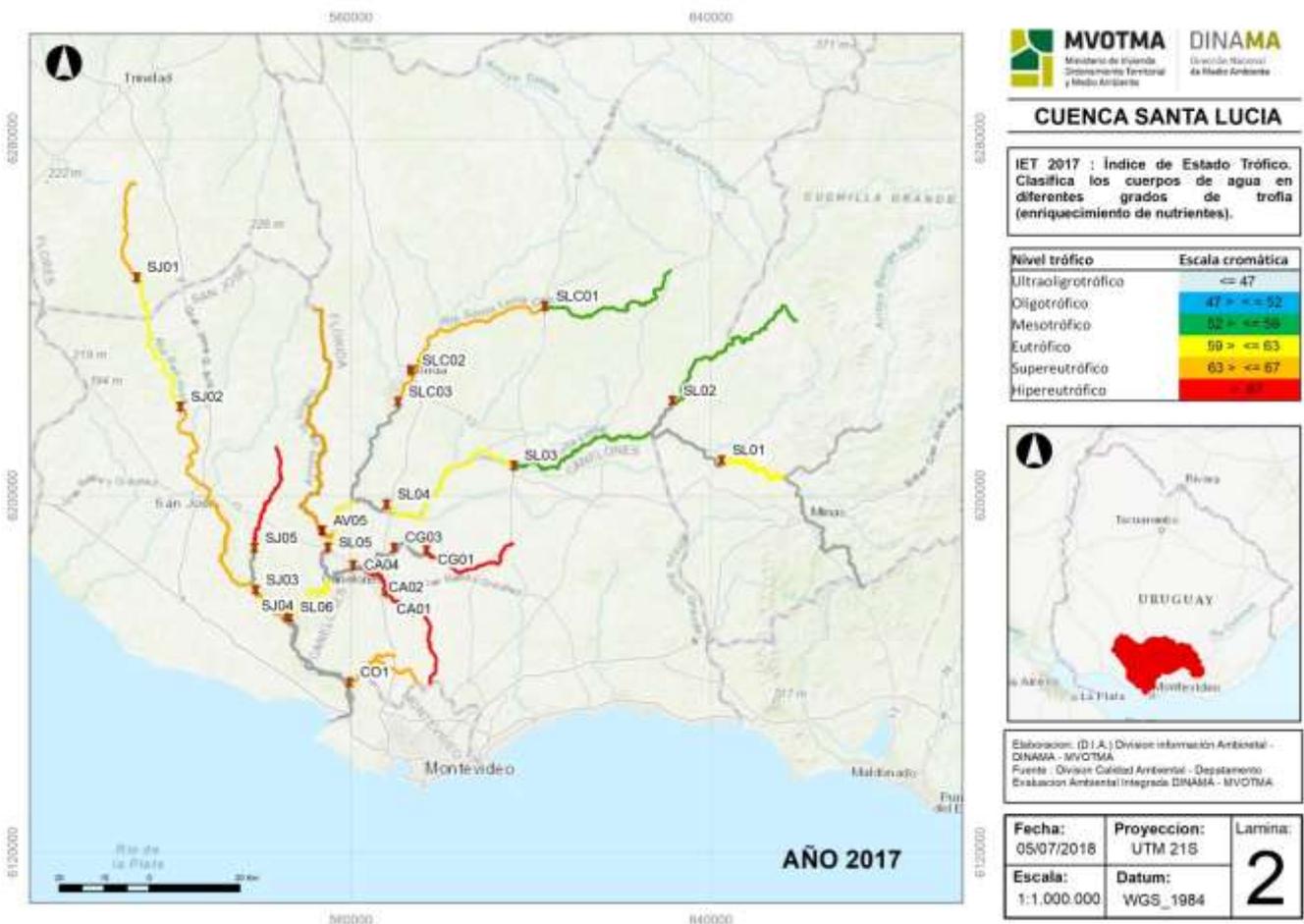


Figura 29. Estado trófico (IET) en las estaciones del sistema Cuenca del Río Santa Lucía en 2017.

Tabla XVI. Valores del índice de estado trófico para cada estación lítica muestreada en 2017, calculado a partir de la media geométrica de todos los datos del año.

Cauce de agua	Estación	IET
Río Santa Lucía	SL01	56,6
	SL03	58,1
	SL04	62,5
	SL05	60,0
	SL06	63,4
Arroyo Casupá	SL02	57,5
Arroyo de la Virgen	AV05	67,3
Río Santa Lucía Chico	SLC01	57,4
	SLC02	61,8
Río San José	SJ01	56,6
	SJ02	57,5
	SJ03	58,1
	SJ04	62,5
	SJ05	60,0
Arroyo Canelón Chico	CA01	69,8
	CA02	73,0
Arroyo Canelón Grande	CA04	70,8
Arroyo Colorado	CO01	65,5

4. CONCLUSIONES

Durante el año 2017 la temperatura en el SCSL en los meses cálidos estuvo por encima de los promedios históricos, en concordancia con las características climáticas del año (INNUMET, 2017). Dichas condiciones climáticas favorecieron la baja concentración de oxígeno en los cauces de agua (observado en Canelón Chico) y las floraciones de cianobacterias (Arocena et al, 2008). Las floraciones de organismos fitoplanctónicos observadas en los embalses Canelón Grande y Paso Severino estarían relacionados con la alta temperatura y el fósforo.

El principal problema en el Río Santa Lucía durante el 2017 fue la elevada concentración de fósforo total, dado que incumplió la normativa en todos los sitios y muestreos. Dicho problema se ha observado desde 2004 (DINAMA, 2015 y 2017). Otro de los aportes de fósforo al río Santa Lucía, que se evidenciaron en el muestreo fue desde la ciudad de Florida (al río Santa Lucía Chico) y del embalse Paso Severino. El Arroyo Cagancha también presentó niveles elevados de nitrógeno disuelto y fósforo.

El índice de Estado Trófico varió desde mesotrófico (nacientes de los ríos Santa Lucía y Santa Lucía Chico) a hiperutrófico (arroyos Canelón Grande, Canelón Chico y Cagancha). A su vez, la cuenca del Canelón Grande fue la más afectada en cuanto a calidad de agua.

Los indicadores de contaminación antrópica (compuestos halogenados adsorbibles, coliformes termotolerantes) estuvieron dentro de lo legislado o recomendado, por lo que no representaron un problema mayor en el año 2017. En cambio la demanda bioquímica de oxígeno fue elevada y superior al máximo permitido en el Canelón Grande. Dicha cuenca fue la más afectada en cuanto a calidad de agua, lo que se refleja en el índice de estado trófico.

Los agroquímicos y sus derivados determinados no representarían niveles de riesgo en cuanto su concentración en el agua. La concentración de dichos compuestos en los sedimentos y en la biota podría ser diferente, sin embargo, aún no se monitorean por parte de DINAMA.

Otro aporte del monitoreo del 2017, es la generación de información del Sistema Cuenca Santa Lucía por primera vez en el mes de febrero, lo cual es de importancia para los estudios de largo plazo (DINAMA, 2015).

5. REFERENCIAS

- Arocena R., Chalar G., Fabián D., De León L., Brugnoli E., Silva M., Rodó E., Machado L., Pacheco J.P., Castiglioni R., y Gabito L. (2008). Evaluación ecológica de cursos de agua y biomonitoreo. Informe final. Convenio DINAMA-Fac. Ciencias, Uruguay. Resumen ejecutivo online, último acceso 30/8/2018 <http://limno.fcien.edu.uy/pejecutados/1-%20Convenio%20DINAMA%20Resum%20Intro%20Area%20estudio.pdf>
- CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment (2010). Canadian Environmental Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Ammonia. Último acceso 30/08/2018. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/141>
- DINAMA (2015). Evolución de la calidad en la cuenca del Santa Lucía. 10 años de información. 126 pp. Último acceso 30/8/2018 http://www.mvotma.gub.uy/component/k2/item/download/7983_bd0e834ba8c88d948ec465d07d0bd614
- DINAMA (2017). Monitoreo de Calidad del Agua Cuenca Río Santa Lucía. Informe 2015. Último acceso 30/8/2018 http://www.mvotma.gub.uy/component/k2/item/download/9635_15d84303ba03629379a31f23a799e34b
- DINAMA-DLA (2016). Compendio de metodologías analíticas de referencia y preservación de parámetros ambientales, Último acceso 18/7/2018. http://mvotma.gub.uy/portal/ciudadania/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/download/4870_51921a662222decd667b8d5ea58aa655.html
- GESTA-Agua (2014). Propuesta de modificación del Decreto 253/79, Versión setiembre 2014. Documento de trabajo de circulación interna en DINAMA.
- INNUMET (2018). Tendencias Climáticas 2017. Último acceso 24/8/2018 <https://www.inumet.gub.uy/clima/tendencias-climaticas>
- JICA-DINAMA (2011). Proyecto sobre control de contaminación y gestión de la calidad de agua en la cuenca del Río Santa Lucía. Informe final de proyecto. 96 pp. https://www.mvotma.gub.uy/component/k2/item/download/8680_4e2f8da164df955b1c8690a5963263f5
- Lamparelli M.C. (2004). Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento, USP/ Departamento de Ecologia. Tesis PhD, Universidade de São Paulo, 235 pp.
- LAWA Verfahren zur (1998). Chemischen Gewässerklassifikation. En: Berlin Environmental Atlas, Quality of Surface Waters (Chemistry). Ed, 2004, Último acceso 22/06/2018 https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/eda201_02.htm
- OMS, Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. Documento online, último acceso 30/8/18. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Quintans F. (2015). Propuesta de aplicación de índices de calidad de agua y mapas de vulnerabilidad ambiental para las cuencas del país. Caso Santa Lucía. Informe de Consultoría Proyecto PNUD URU/14/001. MVOTMA-DINAMA, 65 pp.

ANEXO 1. Estándares de calidad

Valores estándar de los parámetros de calidad de agua para la Clase 3 de acuerdo con el Decreto 253/79 y modificativos

PARÁMETRO	ESTÁNDAR
- OLOR	No perceptible
- MATERIALES FLOTANTES Y ESPUMAS NO NATURALES	Ausentes
- COLOR NO NATURAL	Ausente
- TURBIDEZ	Máx, 50 UNT
- pH	Entre 6,5 y 8,5
- OD	Mín, 5 mg/L
- DBO ₅	Máx, 10 mg/L
- ACEITES Y GRASAS	Virtualmente ausentes
- DETERGENTES	Máx, 1 mg/L en LAS
- SUSTANCIAS FENÓLICAS	Máx, 0,2 mg/L en C ₆ H ₅ OH
- AMONIACO LIBRE	Máx, 0,02 mg/L
- NITRATOS	Máx, 10 mg/L en N
- FÓSFORO TOTAL	Máx, 0,025 mg/L en P
- COLIFORMES FECALES	No se deberá exceder el límite de 2000 UFC/100 ml en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 UFC/100 ml
- CIANURO	Máx, 0,005 mg/L
- ARSÉNICO	Máx, 0,005 mg/L
- CADMIO	Máx, 0,001 mg/L
- COBRE	Máx, 0,2 mg/L
- CROMO TOTAL	Máx, 0,05 mg/L
- MERCURIO	Máx, 0,0002 mg/L
- NÍQUEL	Máx, 0,02 mg/L
- PLOMO	Máx, 0,03 mg/L
- ZINC	Máx, 0,03 mg/L
- ENDOSULFAN	Max, 0,02 µg/L

Otros valores guía de calidad de agua utilizados en el informe

Parámetro	Valor guía o estándar	Referencia
Atrazina	1,8 µg/L	Valor guía propuesto por GESTA-Agua
Glifosato	65 µg/L	Valor guía propuesto por GESTA-Agua
AOX	25 µg/L	LAWA 1998

ANEXO 2. Número de datos históricos

Número de datos disponibles para los cálculos del promedio y desvío estándar en los análisis de variabilidad temporal (dentro de los meses muestreados en 2017, los datos históricos de los años 2011-2017) y variabilidad espacial (datos de todos los meses del año entre 2011-2017). Se presentan los datos para cada estación y para cada cuenca en orden alfabético,

Estaciones	Para histórico temporal						Histórico espacial
	Feb	Abr	Jun	Ago	Oct	Dic	todos los meses
AV	1	2	1	2	2	2	17
SL02	1	2	3	2	3	2	42
SJ05	1	2	3	2	3	2	43
CO01	1	2	3	2	3	2	43
CA01	1	2	2	2	3	2	43
CA02	1	2	2	2	3	2	41
CA04	1	2	2	2	3	2	41
CG01	1	2	2	2	3	2	44
CG02	1	1	1	1	1	2	32
CG03	1	1	2	2	3	2	43
PS01	1	1	2	2	3	2	43
PS02	1	2	3	2	3	2	43
PS03	1	2	3	2	3	2	42
PS04	1	2	3	2	3	2	44
SJ01	1	2	2	2	3	2	43
SJ02	1	2	3	2	3	2	42
SJ03	1	2	3	2	3	2	44
SJ04	1	2	3	2	3	2	44
SL01	1	2	3	2	3	2	44
SL03	1	2	3	2	3	2	44
SL04	1	2	3	2	3	2	44
SL05	1	2	3	2	3	2	44
SL06	1	2	3	2	3	2	43
SLC01	1	2	3	2	3	2	44
SLC02	1	2	3	2	3	2	44
Cuenca (totales)							
AV (10)	1	2	1	2	2	2	17
CA (28)	2	4	4	4	6	4	85
CG (42)	4	6	7	7	10	8	168
CO (13)	1	2	3	2	3	2	44
PS (47)	4	7	11	8	12	8	44
SJ (50)	4	8	11	8	12	8	44
SJ05 (13)	1	2	3	2	3	2	161
SL (65)	5	10	15	10	15	10	171
SL02 (13)	1	2	3	2	3	2	219
SLC (26)	2	4	6	4	6	4	88

Campañas de monitoreo realizadas en el Sistema Cuenca del Santa Lucía desde 2011

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												

ANEXO 3. Datos brutos

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColIT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
AV05	AV	23/2/17	26.5	7.9	0.6	1.5	287.5	5.56	ND	ND	8.8	0.020	1.02	719	0.93	0.019	1.87	660	17	ND	0.7	0.51	0.00007	0.001	0.0006	0.41	1.33
AV05	AV	20/4/17	17.2	7.8	0.6	0.9	501	7.73	ND	ND	5.3	0.160	3.28	644	0.014	0.019	1.1	18000	10	ND	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.001	0.03	0.67
AV05	AV	22/6/17	11.3	8	0.6	0.75	444.3	8.23	ND	ND	8	0.865	0.14	704	0.75	0.019	1.73	130	13.5	ND	0.25	0.7	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	1.91
AV05	AV	17/8/17	13	7.81	0.6	4.7	240.6	8.46	ND	ND	70	0.098	1.48	726	0.59	0.023	2.38	200	20	ND	0.6	0.48	0.01	0.0006	0.001	0.9	1.46
AV05	AV	19/10/17	18.6	7.68	0.6	0.75	436.8	7.64	ND	ND	16	0.021	0.37	389	0.65	0.019	1.35	140	8.5	ND	0.5	0.54	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.96
AV05	AV	14/12/17	23.6	7.61	1.6	1.1	526	7.67	ND	ND	4.1	0.058	1.26	605	0.2	0.023	0.84	50	10	ND	0.5	0.27	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.87
CA04	CA	24/2/17	27.4	7.85	ND	ND	346.4	3.08	ND	ND	30	0.040	1.94	875	0.58	0.019	1.41	ND	10	ND	ND	0.44	0.00007	0.001	0.0006	0.41	1.37
CA01	CA	24/2/17	27.7	7.69	ND	ND	364.4	3.15	ND	ND	15	0.030	1.05	1250	0.42	0.019	1.56	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA02	CA	24/2/17	25.4	7.49	ND	ND	422.4	1.29	ND	ND	17	0.030	0.57	1500	2.56	0.019	3.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA01	CA	21/4/17	18.9	7.7	ND	ND	504	4.29	ND	ND	ND	0.180	3.36	1160	0.14	ND	1.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA04	CA	21/4/17	19.4	7.76	ND	ND	436.9	4.9	ND	ND	ND	0.120	2.66	1650	1.73	ND	2.15	ND	13.5	ND	ND	0.1	0.00007	0.001	0.001	0.41	1.11
CA02	CA	21/4/17	16.9	7.64	ND	ND	699	2.7	ND	ND	ND	4.460	62.18	3260	10.3	ND	18.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA01	CA	23/6/17	12.9	7.33	ND	ND	518	6.5	ND	ND	18	0.040	0.20	865	0.41	0.019	1.39	160	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA02	CA	23/6/17	12.3	7.14	ND	ND	614	6.46	ND	ND	16	0.240	0.74	2700	6.44	0.019	8.14	420	ND	ND	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA04	CA	24/6/17	12.9	7.59	ND	ND	462	6.12	ND	ND	25	0.080	0.73	2480	3.2	0.019	3.85	210	26	ND	0	0.38	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	0.74
CA04	CA	18/8/17	14.5	7.93	ND	ND	281	8.1	ND	ND	ND	0.120	2.67	784	0.76	ND	2.73	ND	29	ND	ND	0.92	0.01	0.0006	0.002	0.06	1.23
CA01	CA	18/8/17	14.7	7.86	ND	ND	394.1	6.95	ND	ND	ND	0.080	1.55	928	0.54	ND	2.57	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA02	CA	18/8/17	13.4	7.64	ND	ND	422.8	6.19	ND	ND	ND	0.230	2.43	990	2.14	ND	5.73	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA01	CA	20/10/17	19	7.3	ND	ND	546	4.63	ND	ND	28	0.825	0.05	825	0.68	0.019	1.65	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA02	CA	20/10/17	18.4	7.14	ND	ND	574	3.27	ND	ND	33	0.015	0.08	1060	4.36	0.2	5.54	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA04	CA	20/10/17	18.9	7.29	ND	ND	479	5.1	ND	ND	40	1.985	0.05	1070	3.13	0.023	3.97	ND	20	ND	ND	0.87	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.99
CA04	CA	15/12/17	26.7	7.5	ND	ND	415	6.21	ND	ND	59	0.150	3.18	1040	1.45	0.19	2.73	ND	22	ND	ND	0.33	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	1.31
CA01	CA	15/12/17	27.9	7.69	ND	ND	852	6.58	ND	ND	5.6	0.036	1.27	1050	0.014	0.023	0.95	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA02	CA	15/12/17	24.7	7.95	ND	ND	919	13.59	ND	ND	4.8	0.440	22.00	2940	9.68	0.39	11.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColiT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
CG02	CG	24/2/17	27.6	7.96	1	40.9	274.4	7.04	ND	ND	42	0.060	3.76	736	0.19	0.019	1.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	24/2/17	27.2	7.94	2.7	19.8	268.8	2.1	ND	ND	13	0.675	0.41	951	0.29	0.019	1.35	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	24/2/17	27.6	7.55	75.5	0.05	273	7.76	ND	ND	42	0.565	0.18	767	0.05	0.019	1.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	21/4/17	18.8	7.94	8.9	5.9	774	4.9	ND	ND	ND	0.090	2.85	753	0.072	ND	0.82	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	21/4/17	18.7	7.75	55.5	3.3	223.6	8.16	ND	ND	ND	0.070	1.44	758	0.014	ND	1.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG02	CG	21/4/17	19	7.93	185	17.8	225.7	7.31	ND	ND	ND	0.430	13.54	889	0.017	ND	1.38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	23/6/17	13.1	7.64	6.7	2.3	615	6.65	ND	ND	13	0.050	0.52	584	0.8	0.019	1.59	370	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	23/6/17	12.6	7.14	9.9	2.1	178.4	8.95	ND	ND	54	0.050	0.16	683	0.35	0.019	1.29	10	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG02	CG	23/6/17	12.9	7.59	31.7	5.7	181.5	9.07	ND	ND	53	0.040	0.36	680	0.28	0.019	1.19	360	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	18/8/17	15.2	7.75	ND	ND	333.5	6.62	ND	ND	ND	0.065	1.02	653	0.89	ND	3.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG02	CG	18/8/17	14.2	7.44	ND	ND	180	9.62	ND	ND	ND	0.054	0.39	711	0.47	ND	1.71	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	18/8/17	14.2	7.41	ND	ND	184.1	9.71	ND	ND	ND	0.150	1.00	729	0.45	ND	1.79	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	20/10/17	19	7.58	0.6	1.5	791	5.46	ND	ND	14	0.064	0.09	679	0.77	0.023	1.49	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	20/10/17	18.6	7.3	0.75	0.75	116.8	8.85	ND	ND	99	0.052	0.38	754	0.4	0.019	1.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG02	CG	20/10/17	18.7	7.23	9	2.6	102.8	8.6	ND	ND	92	0.051	0.32	743	0.79	0.023	1.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG02	CG	15/12/17	25.2	7.56	2.1	1.7	204.8	8.11	ND	ND	95	0.120	2.61	675	0.34	0.019	1.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG03	CG	15/12/17	24.9	7.51	2.7	1.6	207.7	8.23	ND	ND	104	0.120	2.28	666	0.37	0.019	1.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CG01	CG	15/12/17	26	7.53	6.7	3.8	1171	5.14	ND	ND	1.4	0.091	1.96	558	0.014	0.019	0.73	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	21/2/17	27.9	7.41	ND	ND	243.2	4.38	ND	ND	18	0.060	1.13	389	0.35	0.019	1.34	ND	ND	5	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	18/4/17	17.8	7.87	ND	ND	734	ND	ND	ND	1.6	0.460	5.07	471	0.19	0.019	1.93	ND	ND	ND	14.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	20/6/17	11.4	7.84	ND	ND	414.9	10.24	ND	ND	33	0.110	1.56	714	0.52	0.019	1.42	ND	ND	7.5	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	15/8/17	14.4	7.56	ND	ND	285.5	8.99	ND	ND	27	0.120	1.15	254	0.53	0.023	1.44	ND	ND	5	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	17/10/17	19.4	7.42	ND	ND	592	6.82	ND	ND	31	0.064	0.06	734	2.04	0.12	3.52	ND	ND	5	1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CO01	CO	12/12/17	24	7.17	ND	ND	3753	7.5	ND	ND	22	0.098	0.81	304	0.3	0.019	1.08	ND	ND	5	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS01	PS	22/2/17	29.2	7.82	0.4	1.5	245.7	5.4	ND	ND	13	0.060	3.09	346	0.58	0.019	1.44	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	22/2/17	27.4	7.72	0.9	11	195.1	5.51	ND	ND	12	0.030	1.09	357	0.39	0.019	1.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS02	PS	22/2/17	27.3	8.1	1.3	32.5	256.4	9.2	ND	ND	4.4	0.007	0.58	328	0.15	0.019	0.81	ND	10	ND	ND	0.1	0.00007	0.001	0.0006	0.41	0.95

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColiT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
PS04	PS	22/2/17	27.8	7.56	1.3	27	221.7	7.5	ND	ND	9.1	0.020	0.53	353	0.26	0.019	0.93	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	19/4/17	19.1	7.67	0.4	3	208.6	8.1	ND	ND	21	0.040	2.58	442	0.73	0.019	1.29	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS04	PS	19/4/17	19.6	7.65	0.4	1.3	178.2	9.14	ND	ND	16	0.050	2.88	477	0.7	0.019	1.22	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS01	PS	19/4/17	18.2	8.02	0.7	1.3	331.3	7.21	ND	ND	2.9	0.140	0.71	331	0.95	0.049	1.51	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS02	PS	25/4/17	19.7	7.7	0.7	9.8	177.7	7.5	ND	ND	16	0.040	0.88	456	0.71	0.019	1.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	21/6/17	12.1	7.88	0.6	0.6	130	9.53	ND	ND	28	0.080	1.31	464	0.42	0.019	1.52	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS01	PS	21/6/17	10.4	8	0.6	0.75	229.1	10.28	ND	ND	14	0.170	3.19	466	0.73	0.019	1.51	590	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS04	PS	21/6/17	12.4	7.52	0.6	0.75	138.2	9.47	ND	ND	26	0.060	0.45	498	0.52	0.019	1.5	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS02	PS	21/6/17	ND	7.62	0.6	0.6	145	9.37	ND	ND	23	0.040	0.13	524	0.64	0.019	1.55	10	42	ND	ND	0.81	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	0.8
PS02	PS	1/8/17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	1/8/17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS04	PS	1/8/17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS01	PS	16/8/17	13.9	7.75	0.6	5.4	116	9.26	ND	ND	57	0.072	1.02	304	0.25	0.023	2.01	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS01	PS	18/10/17	19.3	7.31	0.75	1.6	288.9	6.68	ND	ND	8.8	0.006	0.05	197	0.75	0.054	1.67	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS04	PS	18/10/17	18.8	7.39	0.75	0.75	157.7	8.15	ND	ND	24	0.006	0.05	280	0.68	0.019	1.32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	18/10/17	18.9	7.38	0.75	0.6	187.1	7.7	ND	ND	22	0.006	0.05	327	0.59	0.019	1.48	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS02	PS	18/10/17	18.9	7.27	1.5	0.75	115.6	8.15	ND	ND	26	0.006	0.04	255	0.64	0.019	1.32	ND	10	ND	ND	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.25
PS04	PS	13/12/17	25.1	7.76	1.8	0.8	229.9	8.44	ND	ND	13	0.041	1.39	395	0.59	0.019	1.41	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS03	PS	13/12/17	25.2	7.63	2.8	1.2	238.8	8.07	ND	ND	13	0.048	1.22	482	0.55	0.023	1.49	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PS02	PS	13/12/17	25.3	7.77	4.6	2	227.1	8.28	ND	ND	11	0.069	2.42	738	0.63	0.023	1.28	ND	10	ND	ND	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.57
PS01	PS	13/12/17	26.5	7.93	28.6	8.3	410.5	11.3	ND	ND	1.5	0.240	13.04	392	0.38	0.15	1.31	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ02	SJ	21/2/17	26.6	7.74	ND	ND	234.2	5.13	ND	ND	16	0.060	2.16	234	0.62	0.019	1.57	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ01	SJ	21/2/17	26.3	7.56	ND	ND	222.5	3.22	ND	ND	17	0.100	2.36	265	0.48	0.019	1.58	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ04	SJ	21/2/17	26.2	7.22	ND	ND	192.1	4.11	ND	ND	14	0.070	0.76	368	0.25	0.019	1.25	ND	13.50	ND	0.25	0.29	0.00007	0.001	0.001	0.41	0.76
SJ03	SJ	21/2/17	27.7	7.71	ND	ND	211.1	4.85	ND	ND	12	0.150	5.47	456	0.93	0.019	1.6	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ02	SJ	18/4/17	18.7	7.9	ND	ND	328.9	ND	ND	ND	7.4	0.100	0.93	168	0.37	0.023	0.85	ND	13.5	ND	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.0006	0.41	1.2
SJ01	SJ	18/4/17	19	7.94	ND	ND	298.2	ND	ND	ND	5	0.080	3.51	174	0.23	0.068	0.82	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColiT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
SJ03	SJ	18/4/17	19.6	8.06	ND	ND	474	ND	ND	ND	9.6	0.080	4.52	327	0.89	0.023	1.37	ND	13.5	5	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.0006	0.41	0.25
SJ04	SJ	18/4/17	19.4	7.78	ND	ND	608	ND	ND	ND	25	0.040	2.02	335	0.29	0.019	0.87	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ02	SJ	20/6/17	11.4	8.01	ND	ND	317.1	9.69	ND	ND	5.8	0.090	1.88	121	0.29	0.019	0.93	ND	ND	ND	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ01	SJ	20/6/17	11.2	8.05	ND	ND	304.3	8.17	ND	ND	6.8	0.070	1.57	200	0.2	0.019	0.88	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ04	SJ	20/6/17	11.6	7.05	ND	ND	268.1	10.07	ND	ND	17	0.120	0.28	305	0.59	0.019	1.49	ND	13.5	ND	0.7	0.2	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	0.56
SJ03	SJ	20/6/17	11.8	7.88	ND	ND	375.1	10.39	ND	ND	9.3	0.120	1.92	318	0.84	0.019	1.83	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ02	SJ	15/8/17	13.9	7.94	ND	ND	128.7	8.24	ND	ND	74	0.110	2.39	211	0.23	0.023	1.85	ND	ND	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ03	SJ	15/8/17	14.3	7.9	ND	ND	161.3	8.41	ND	ND	62	0.120	2.46	269	0.5	0.023	1.88	ND	ND	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ01	SJ	15/8/17	13.9	7.87	ND	ND	121.2	7.57	ND	ND	81	0.100	1.85	330	0.25	0.023	2.03	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ04	SJ	15/8/17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ02	SJ	17/10/17	18.2	7.61	ND	ND	285.3	7.98	ND	ND	12	0.064	0.09	162	0.38	0.019	0.82	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ01	SJ	17/10/17	18.2	7.3	ND	ND	216.1	6.65	ND	ND	15	0.064	0.04	212	0.23	0.019	0.9	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ03	SJ	17/10/17	19.6	7.33	ND	ND	280	7.58	ND	ND	28	0.064	0.05	398	0.73	0.019	1.54	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ04	SJ	17/10/17	19.4	7.13	ND	ND	275.9	6.59	ND	ND	30	0.064	0.03	538	0.64	0.019	1.44	ND	8.5	ND	0.5	0.61	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.85
SJ02	SJ	12/12/17	25.5	7.68	ND	ND	445	7.58	ND	ND	2.1	0.100	2.91	170	0.014	0.019	0.61	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ03	SJ	12/12/17	24.7	7.17	ND	ND	547	11.7	ND	ND	5.8	0.250	2.16	259	0.014	0.019	1.03	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ04	SJ	12/12/17	24.4	7.48	ND	ND	513	6.8	ND	ND	11	0.046	0.79	397	0.27	0.019	0.79	ND	10	ND	0.5	0.24	0.001	0.001	0.001	0.04	0.98
SJ01	SJ	12/12/17	25.1	7.28	ND	ND	370	5	ND	ND	3.1	0.190	2.18	1920	0.014	0.023	0.8	10	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ05	SJ05	21/2/17	26.8	7.71	ND	ND	448.5	4.57	ND	ND	9.7	0.110	3.76	825	0.64	0.019	1.93	ND	13.50	5	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.001	0.41	0.95
SJ05	SJ05	18/4/17	17.8	7.87	ND	ND	734	ND	ND	ND	6.9	0.180	11.56	318	0.97	0.019	0.97	ND	ND	5	1.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SJ05	SJ05	20/6/17	10.7	7.93	ND	ND	513	10.38	ND	ND	3.4	0.140	2.30	438	0.27	0.019	1.21	ND	20	7.5	1.3	0.55	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	1.61
SJ05	SJ05	15/8/17	12.5	7.73	ND	ND	416.7	7.94	ND	ND	37	0.080	1.02	965	0.8	0.023	2.35	ND	24	ND	0.6	0.27	0.01	0.0006	0.001	0.9	1.03
SJ05	SJ05	17/10/17	17.9	7.35	ND	ND	451.6	6.29	ND	ND	18	0.063	0.05	958	0.42	0.019	1.3	ND	8.5	5	0.5	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.9
SJ05	SJ05	12/12/17	21.7	7.36	ND	ND	788	7.59	ND	ND	7.2	0.250	2.67	673	0.12	0.24	1.72	ND	8.5	5	0.5	0.76	0.001	0.001	0.001	0.04	1.72
SL06	SL	21/2/17	27.1	7.33	ND	ND	250.8	5.44	ND	ND	9.8	0.080	1.19	368	0.27	0.019	1.05	ND	10	ND	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.001	0.03	0.74
SL01	SL	23/2/17	26.3	7.55	ND	ND	255.6	6.85	ND	ND	3	0.030	0.69	99.6	0.5	0.019	0.9	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL03	SL	23/2/17	28.6	7.92	ND	ND	281.1	7.61	ND	ND	3.6	0.006	0.37	103	0.69	0.019	1.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColiT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
SL04	SL	23/2/17	29.2	8.1	ND	ND	317	10.33	ND	ND	4.3	0.007	0.66	308	0.1	0.019	0.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL05	SL	23/2/17	29.6	7.5	ND	ND	300.5	6.91	ND	ND	8.8	0.070	1.83	421	0.12	0.019	0.92	ND	10	ND	ND	0.22	0.00007	0.001	0.0006	0.41	0.55
SL01	SL	20/4/17	18.4	7.71	ND	ND	329.9	8.24	ND	ND	1.3	0.110	2.17	136	0.62	0.019	1	ND	ND	7.5	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL04	SL	20/4/17	19.6	8.15	ND	ND	346.6	9.53	ND	ND	2.5	0.070	3.75	151	0.014	0.019	0.45	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL03	SL	20/4/17	19.1	7.96	ND	ND	310.2	8.27	ND	ND	3.4	0.090	3.05	153	0.034	0.019	0.48	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL06	SL	20/4/17	19.6	7.8	ND	ND	1307	ND	ND	ND	20	0.020	0.49	268	0.17	0.019	0.83	ND	23	ND	0.25	0.1	0.00007	0.001	0.0006	0.41	0.91
SL05	SL	20/4/17	19.3	7.93	ND	ND	278.5	8.86	ND	ND	7.6	0.110	3.54	343	0.014	0.019	0.87	ND	10	ND	ND	0.1	0.00007	0.001	0.001	0.41	0.25
SL06	SL	20/6/17	11.7	7.06	ND	ND	226.1	9.87	ND	ND	21	0.070	0.17	270	0.46	0.019	1.12	ND	13.5	ND	1	0.1	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	0.51
SL01	SL	22/6/17	11.7	7.64	ND	ND	203.6	9.74	ND	ND	6.4	0.020	0.18	86	0.42	0.019	1.06	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL03	SL	22/6/17	13.7	8.05	ND	ND	206.3	10.13	ND	ND	11	0.030	0.82	122	0.3	0.019	0.61	550	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL04	SL	22/6/17	13.6	8.17	ND	ND	220.9	9.68	ND	ND	13	0.050	1.77	359	0.29	0.019	0.7	80	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL05	SL	22/6/17	14.3	8.12	ND	ND	221.5	10.46	ND	ND	15	0.120	4.02	459	0.47	0.019	1.05	530	17	ND	0	0.34	0.00007	0.0007	0.0006	0.3	0.63
SL06	SL	15/8/17	13.9	7.49	ND	ND	212.9	10.02	ND	ND	46	0.060	0.49	279	0.49	0.023	1.58	ND	17	ND	0.25	0.41	0.01	0.0006	0.001	0.9	1.16
SL01	SL	17/8/17	12.2	7.11	ND	ND	128.3	10.38	ND	ND	24	0.036	0.97	91	0.21	0.019	0.84	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL03	SL	17/8/17	13.3	7.83	ND	ND	125.5	9.66	ND	ND	44	0.039	0.10	129	0.15	0.019	1.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL05	SL	17/8/17	14.2	7.8	ND	ND	162.9	9.07	ND	ND	48	0.042	0.63	346	0.3	0.023	1.46	ND	8.5	ND	ND	0.1	0.01	0.0006	0.001	0.9	0.25
SL04	SL	17/8/17	13.9	7.7	ND	ND	162.2	9.19	ND	ND	49	0.039	0.79	382	0.18	0.019	1.19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL06	SL	17/10/17	19.9	7.45	ND	ND	288.8	8.34	ND	ND	18	0.006	0.07	233	0.57	0.019	1	ND	10	ND	0.5	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.25
SL05	SL	19/10/17	21	7.64	ND	ND	287.2	8.43	ND	ND	12	0.007	0.13	5	0.48	0.019	1.26	ND	8.5	ND	ND	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.25
SL01	SL	19/10/17	18.2	7.57	ND	ND	278.4	8.03	ND	ND	4.8	0.006	0.08	18	0.36	0.023	0.73	ND	ND	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL03	SL	19/10/17	ND	7.78	ND	ND	ND	9.26	ND	ND	7.2	0.006	0.03	74	0.29	0.019	0.53	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL04	SL	19/10/17	20.3	7.68	ND	ND	324	9.53	ND	ND	10	0.022	0.44	181	0.33	0.019	0.61	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL06	SL	12/12/17	24.8	8.05	ND	ND	406.6	10.89	ND	ND	14	0.041	2.57	353	0.017	0.019	0.63	ND	8.5	ND	1.7	0.1	0.001	0.001	0.001	0.04	2.01
SL03	SL	14/12/17	27.7	7.82	ND	ND	390.9	8.56	ND	ND	3.6	0.110	5.11	71	0.014	0.019	0.62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL01	SL	14/12/17	24.6	7.76	ND	ND	401.7	9.4	ND	ND	2.3	0.086	2.81	135	0.16	0.023	0.67	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL04	SL	14/12/17	28.7	7.92	ND	ND	421.7	10.14	ND	ND	6.3	0.037	2.29	194	0.014	0.019	0.32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL05	SL	14/12/17	27.6	7.77	ND	ND	326.7	9.24	ND	ND	4.7	0.110	4.55	227	0.057	0.023	0.74	ND	10	ND	ND	0.1	0.0006	0.0006	0.00007	0.02	0.5

estación	cuenca	fecha	tem	pH	cloa	feoa	cond	OD	%OD	secchi	turb	NH4	NH3	PT	NO3	NO2	NT	ColiT	AOX	AyG	DBO5	Glif	EndoA	EndoB	EndoSO4	Atrazina	AMPA
SL02	SL02	23/2/17	27.5	7.71	ND	ND	229.2	6.3	ND	ND	5.9	0.070	2.52	97	0.23	0.019	0.82	ND	ND	5	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL02	SL02	20/4/17	18.5	7.88	ND	ND	261.7	8.07	ND	ND	1.9	0.080	0.79	115	0.057	0.019	0.48	ND	10	ND	ND	0.1	0.00007	0.001	0.0006	0.41	0.53
SL02	SL02	22/6/17	12	7.96	ND	ND	152.9	10.04	ND	ND	18	0.007	0.14	263	0.09	0.019	0.69	ND	ND	5	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL02	SL02	17/8/17	12.2	7.56	ND	ND	87.2	10.12	ND	ND	36	0.099	0.79	115	0.14	0.019	0.89	ND	ND	5	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL02	SL02	19/10/17	18.5	7.53	ND	ND	193	8.92	ND	ND	7.1	0.006	0.07	37	0.12	0.019	0.45	ND	ND	5	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SL02	SL02	14/12/17	25	7.7	ND	ND	311.6	7.78	ND	ND	1.2	0.160	4.70	58	0.014	0.023	0.89	ND	ND	5	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	22/2/17	24	7.85	ND	ND	311.1	5.3	ND	ND	16	0.020	0.76	213	0.64	0.019	1.52	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	22/2/17	25.7	8.01	ND	ND	215.4	6.16	ND	ND	13	0.050	3.06	279	0.31	0.019	1.28	ND	ND	ND	0.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	19/4/17	18.4	7.71	ND	ND	329.9	8.24	ND	ND	2.7	0.150	2.75	82	0.12	0.019	0.72	ND	ND	ND	18.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	19/4/17	18.5	7.88	ND	ND	261.7	8.07	ND	ND	3.4	0.090	2.44	207	0.06	0.019	0.74	ND	ND	ND	17.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	21/6/17	9.4	7.8	ND	ND	188.8	10.37	ND	ND	16	0.070	0.77	85	0.16	0.019	0.72	60	ND	ND	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	21/6/17	8.9	7.93	ND	ND	205.6	10.3	ND	ND	14	0.120	1.70	259	0.3	0.019	1.08	50	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	16/8/17	13	7.74	ND	ND	52.8	9.09	ND	ND	49	0.120	0.68	115	0.17	0.019	1.62	ND	ND	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	16/8/17	13.7	7.53	ND	ND	113.8	9.29	ND	ND	41	0.072	0.47	194	0.2	0.019	1.59	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	18/10/17	18.6	7.4	ND	ND	261.8	7.25	ND	ND	15	0.006	0.06	34	0.18	0.019	0.82	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	18/10/17	18.2	7.48	ND	ND	274.6	8.05	ND	ND	12	0.006	0.06	144	0.35	0.019	0.98	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC01	SLC	13/12/17	23.9	7.28	ND	ND	332.5	7.17	ND	ND	5	0.110	1.15	116	0.047	0.049	1.46	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SLC02	SLC	13/12/17	25.2	7.57	ND	ND	380.6	7.95	ND	ND	2	0.160	3.56	229	0.014	0.023	0.8	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND