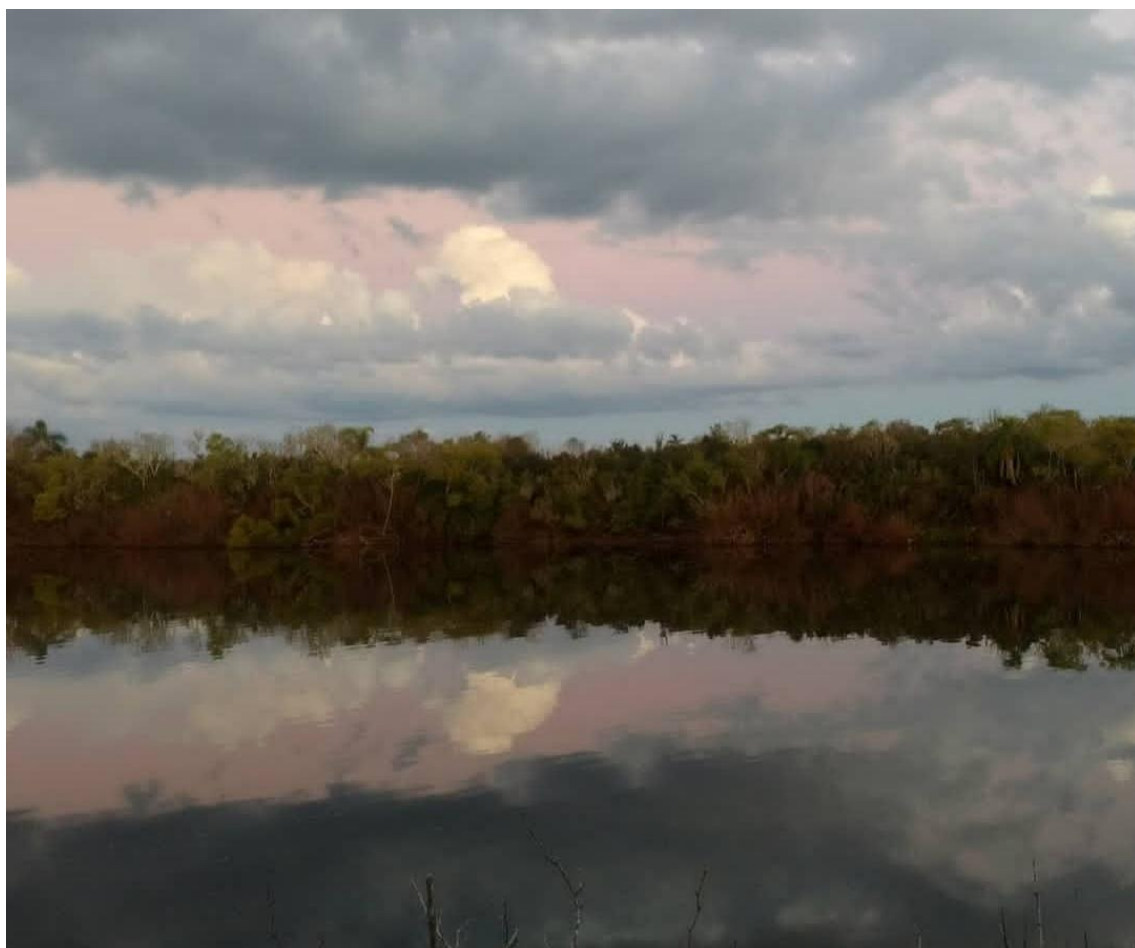




Ministerio
de Ambiente

Monitoreo de Calidad del Agua Cuenca de la Laguna Merín 2023



Río Cebollatí. Localidad de la Charqueada, General Enrique Martínez.

Foto: Carolina Ferrer

DIRECCIÓN NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

División Calidad Ambiental

Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente



Área de Información Planificación y Calidad Ambiental

Gerente: Marisol Mallo

División Calidad Ambiental – DCA

Director: Luis Reolón

Dpto. Seguimiento Componentes del Ambiente

Jefe de Dpto.: Magdalena Hill

Análisis y Redacción del Informe

Carolina Ferrer

Responsables del Programa de Monitoreo

Carolina Ferrer

Técnicos participantes

Mario Acosta

Natalie Corrales

Carolina Ferrer

Javier Martínez

Facundo Lepillanca

Belén Ocampo

Lucía Gómez

Revisión

Magdalena Hill / Luis Reolón

Análisis de Laboratorio:

División Laboratorio Ambiental

DINACEA

Jefe Laboratorio: Natalia Barboza

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general del programa	1
1.2. Descripción de la cuenca de la Laguna Merín	2
1.3. Hidrología	4
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	9
2.1. Campañas de monitoreo	9
2.2. Metodología	15
2.2.1. Tratamiento de los datos	15
2.2.2. Índices	15
3. RESULTADOS	16
3.1. Variables <i>in situ</i>	16
3.1.1 Temperatura	16
3.1.2 Conductividad	17
3.1.3 Oxígeno disuelto (OD)	18
3.1.4 pH	19
3.1.5 Transparencia	20
3.1.6 Turbidez	20
3.2. Inorgánicos no metales	22
3.2.1. Nitrato (NO_3)	22
3.2.2. Nitrito (NO_2)	23
3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH_4)	23
3.2.4. Amoníaco libre (NH_3)	25
3.2.5. Nitrógeno total (NT)	26
3.2.6. Fósforo reactivo (PO_4)	27
3.2.7. Fósforo total PT	28
3.3. Sólidos	29
3.3.1. Sólidos Totales (ST)	29
3.3.2. Sólidos Totales Volátiles (STV)	30
3.3.3. Sólidos Totales Fijos (STF)	31
3.3.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST)	32
3.4. Variables biológicas	33
3.4.1. Clorofila- <i>a</i> (clo_a)	33
3.4.2. Feofitina	33
3.4.3. Coliformes termotolerantes (ColiTrm_MF)	34
3.5. Orgánicos Generales	35
3.5.1. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5)	35
3.6. Compuestos orgánicos	36
3.6.1. Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	36

3.6.2. Parámetros orgánicos	36
3.7. Índices de calidad de Agua	37
3.7.1. Índice de Estado Trófico (IET)	37
4. INCUMPLIMIENTOS	39
5. SÍNTESIS	40
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca de la Laguna Merín.	2
Figura 2. Cuenca binacional de la Laguna Merín.	3
Figura 3. Subcuenca: río Yaguarón. En azul se muestran los cursos de agua.	4
Figura 4. Subcuenca: río Tacuarí.....	5
Figura 5. Subcuenca: río Cebollatí.	6
Figura 6. Subcuenca, río Olimar Grande.....	7
Figura 7. Subcuenca: río San Luis y del Ao. San Miguel.	8
Figura 8. Localización de las estaciones de monitoreo en la cuenca de la Laguna Merín	9
Figura 9. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua en las subcuencas de la LM,	16
Figura 10. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua en las subcuencas de la LM	17
Figura 11. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto (OD) en las subcuencas de la LM	18
Figura 12. Variación espacial y temporal del pH en las subcuencas de la LM	19
Figura 13. Variación espacial y temporal de la turbidez en las subcuencas de la LM	20
Figura 14. Variación espacial y temporal del NO ₃ en las subcuencas de la LM	22
Figura 15. Variación espacial y temporal del NH ₄ en las subcuencas de la LM	23
Figura 16. Variación espacial y temporal del NH ₃ en las subcuencas de la LM	25
Figura 17. Variación espacial y temporal del NT en las subcuencas de la LM	26
Figura 18. Variación espacial y temporal del PO ₄ en las subcuencas de la LM	27
Figura 19. Variación espacial y temporal del PT en las subcuencas de la LM	28
Figura 20. Variación espacial y temporal del ST en las subcuencas de la LM.....	29
Figura 21. Variación espacial y temporal del STV en las subcuencas de la LM	30
Figura 22. Variación espacial y temporal del STF en las subcuencas de la LM.....	31
Figura 23. Variación espacial y temporal del SST en las subcuencas de la LM.....	32
Figura 24. Variación espacial y temporal del ColiTrm_MF en las subcuencas de la LM.....	34
Figura 25. . Variación espacial y temporal del DBO ₅ en las subcuencas de la LM	35
Figura 26. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Estado Trófico (IET)	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código para las estaciones de monitoreo, las coordenadas geográficas y una breve descripción de las estaciones de monitoreo de la Laguna Merín.	10
Tabla 2. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3, normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo, Mesa Técnica del Agua (2017) y otros.	11
Tabla 3. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo, Mesa Técnica del Agua (2017) y otros.....	12
Tabla 4. Variables monitoreadas en la Cuenca de la Laguna Merín y estaciones para las que son reportadas	13

Tabla 5. Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica	15
Tabla 6. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total	15
Tabla 7. Estadísticas básicas de la Temperatura.	16
Tabla 8. Estadísticas básicas de la Conductividad.	17
Tabla 9. Estadísticas básicas del OD.	18
Tabla 10. Estadísticas básicas del pH.....	19
Tabla 11. Estadísticas básicas de la turbidez.	21
Tabla 12. Estadísticas básicas del NO ₃	22
Tabla 13. Estadísticas básicas del NH ₄	24
Tabla 14. Estadísticas básicas del NH ₃	25
Tabla 15. Estadísticas básicas del NT	26
Tabla 16. Estadísticas básicas del PO ₄	27
Tabla 17. Estadísticas básicas del PT..	28
Tabla 18. Estadísticas básicas del ST.....	29
Tabla 19. Estadísticas básicas del STV.	30
Tabla 20. Estadísticas básicas del STF.....	31
Tabla 21. Estadísticas básicas del SST.....	32
Tabla 224. Estadísticas básicas del ColiTrm_MF.....	34
Tabla 23. Estadísticas básicas del DBO ₅	35
Tabla 24. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2023.	36
Tabla 25. a) Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la Cuenca de la Laguna Merín en 2023. b) Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la Cuenca de la Laguna Merín el último quinquenio.	37

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca binacional de la Laguna Merín (LM) es compartida entre Brasil y Uruguay, se encuentra en el sector este del cono sudamericano (en la costa atlántica de América del Sur) y está dividida entre el territorio uruguayo, en el este de la región y al sur, en el territorio brasileiro (MA, 2021).

La Laguna Merín es producto de la acumulación hídrica en una depresión tectónica, su espejo tiene una superficie aproximada de 3750 km² y su profundidad máxima es de 30 m (Probides, 2002; Achkar *et al.*, 2012), en la cual desembocan del lado uruguayo los ríos Yaguarón, Cebollatí, Olimar Grande, Tacuarí, Parao, y San Luis. Si bien la Laguna Merín es litoral e interior, no es definida como cuenca endorreica, ya que en Brasil se conecta con la Laguna de los Patos (a través del canal natural de San Gonzalo), que a su vez desemboca en el Océano Atlántico (Achkar *et al.*, 2012). Dada su superficie, la Laguna Merín ocupa el tercer lugar en América del Sur, tras la laguna de los Patos en Brasil y el lago Titicaca en Bolivia (Probides, 2002).

La parte de la cuenca perteneciente a Uruguay ocupa una extensión de 27892 km², la cual se caracteriza por presentar ecosistemas complejos como ser grandes extensiones de playa o humedales, donde reside gran biodiversidad animal y vegetal, así como especies migratorias y en peligro de extinción. Esta región provee de servicios ecosistémicos que son fundamentales para la sociedad, como ser la provisión de agua para consumo humano y actividades agrícolas (MA, 2021).

El cultivo de arroz es una de las actividades más importantes que se realizan en la Cuenca de la Laguna Merín (aproximadamente un 17.4% del uso de suelo se destina a la producción arrocería en esta cuenca) (INIA, 2021), generando cambios en el territorio y la hidrodinámica de la cuenca. Además, este tipo de cultivos conlleva prácticas de uso de químicos, como ser el uso de fitosanitarios (INIA, 2019; INIA, 2021). Dicho esto, es necesario contar con monitoreos periódicos para poder dar seguimiento a la calidad del agua en la cuenca de la Laguna Merín.

En este sentido, el Ministerio de Ambiente es el organismo responsable de la protección, monitoreo y evaluación de la calidad de agua de los cuerpos de agua del país, así como también de la comunicación de resultados. Es también el organismo responsable a nivel Nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente y de proponer e instrumentar la Política Nacional en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible. El Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA), de la División Calidad Ambiental - DINACEA - Ministerio de Ambiente, tiene como uno de sus cometidos formular, ejecutar y evaluar los programas de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. Esto incluye el presente programa de monitoreo de la cuenca de la Laguna Merín.

1.1. Objetivo general del programa

Las actividades desarrolladas en el programa de monitoreo de la cuenca de la Laguna Merín, tienen como principal objetivo dar seguimiento de la calidad del agua superficial, que permita evaluar a corto y mediano plazo el comportamiento del sistema y contar con suficiente información para evaluar el posible impacto producido por futuros emprendimientos que se instalen en la misma.

1.2. Descripción de la cuenca de la Laguna Merín

La cuenca de la Laguna Merín es una cuenca transfronteriza, compartida entre Brasil y Uruguay. Según datos del Ministerio de Ambiente (2021) cuenta con una superficie aproximada de 62250 km² (Figura 1), y es el segundo cuerpo de agua dulce en tamaño de Sudamérica (aproximadamente 3750 km²), tras el Lago Titicaca (Probides, 2002).

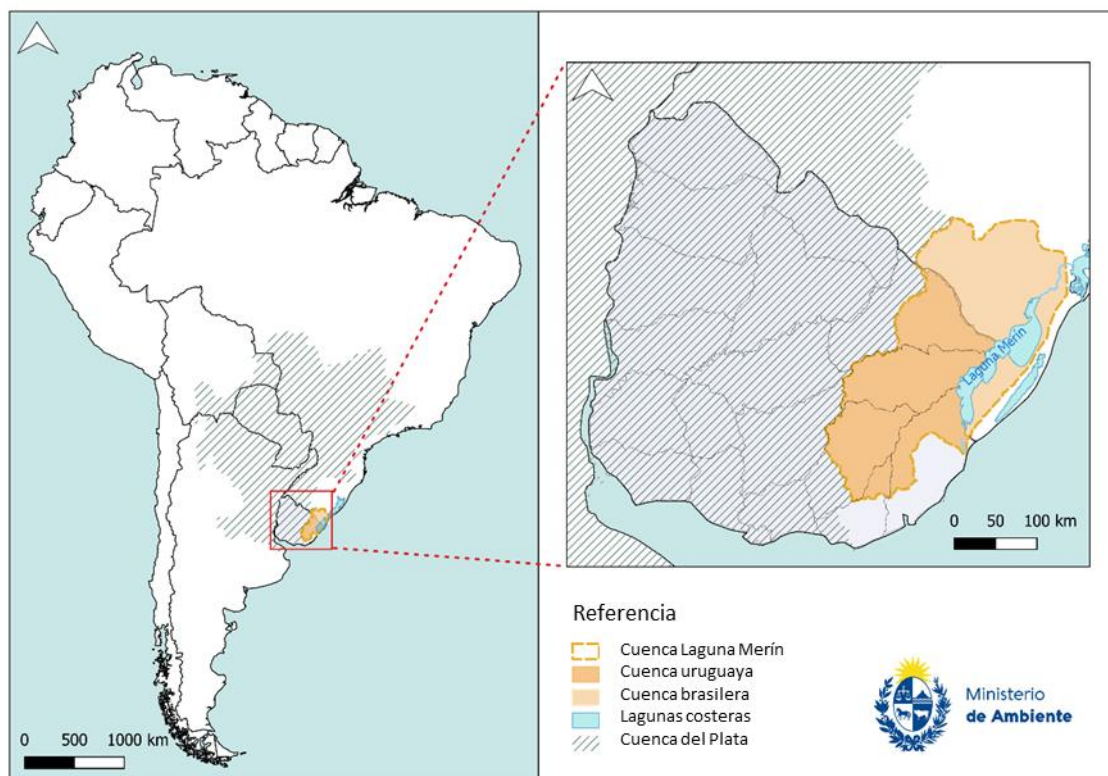


Figura 1. Cuenca de la Laguna Merín.

La región que incluye el presente estudio, la Cuenca Binacional de la Laguna Merín, se encuentra en el sector este del cono sudamericano (en la costa atlántica de América del Sur); y está dividida en una cuenca uruguaya, en el este de la región y una cuenca al sur del territorio brasileiro (Figura 1 y 2), entre los 31° y 34°S y los 51° y 55°W.

En la cuenca de la Laguna Merín se encuentran planicies de inundación y humedales, presentando a la ganadería y el cultivo de arroz como su principal actividad económica. Ocurre algo similar en Brasil, en la cuenca Merín-San Gonzalo, donde la actividad más significativa es el cultivo de arroz, aunque también presenta actividad industrial (FEPAM, 2021; MA, 2021).



Figura 2. Cuenca binacional de la Laguna Merín.

La cuenca uruguaya ocupa una extensión de 27892 km² y las principales subcuencas de drenaje pertenecen a los ríos Cebollatí, Olimar Grande y Tacuarí, respectivamente (Tabla 1; tomada de MVOTMA, 2017). El tributario más importante en el sector brasileño es el río Piratini, que con un área de cuenca de 5760 km² drena aproximadamente el 20 % de la cuenca brasileña (Beltrame *et al.*, 1998).

1.3. Hidrología

Los principales tributarios de la Laguna Merín reciben el aporte de numerosos afluentes, formando así la red de drenaje de la cuenca (Figura 2).

1) Río Yaguarón

El río Yaguarón (Figura 3) tiene sus nacientes en el sur de Brasil, cerca de la ciudad de Candiota y hace de límite con Uruguay hasta su desembocadura en la Laguna Merín. La cuenca se extiende sobre 7491 km² de los cuales el 78% se encuentra en territorio brasileño y el 22% en territorio uruguayo. Su longitud es de aproximadamente 135 km y su profundidad media de 2.5 m. Sus principales afluentes son el arroyo de las Cañas, el arroyo Sarandí de Barceló, el arroyo Sarandí y el río Yaguarón Chico (MVOTMA, 2019).



Figura 3. Subcuenca: río Yaguarón. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

2) Río Tacuarí

El Tacuarí (Figura 4) nace en la Cuchilla Guazunambí, a 103 m de altitud, un ramal de la Cuchilla Grande en el departamento de Cerro Largo y lo recorre de noroeste a sudeste hasta el límite con el departamento de Treinta y Tres para luego desembocar en la Laguna Merín. Sus principales afluentes son: por la margen izquierda, el A° del Ceibo, A° de Santos, A° Chuy y A° Conventos y por la margen derecha, el A° del Palmar, A° del Parado y A° Infiernillo (MVOTMA, 2019). El cauce principal mide 230 km, mientras que la cuenca abarca aproximadamente 3600 km².

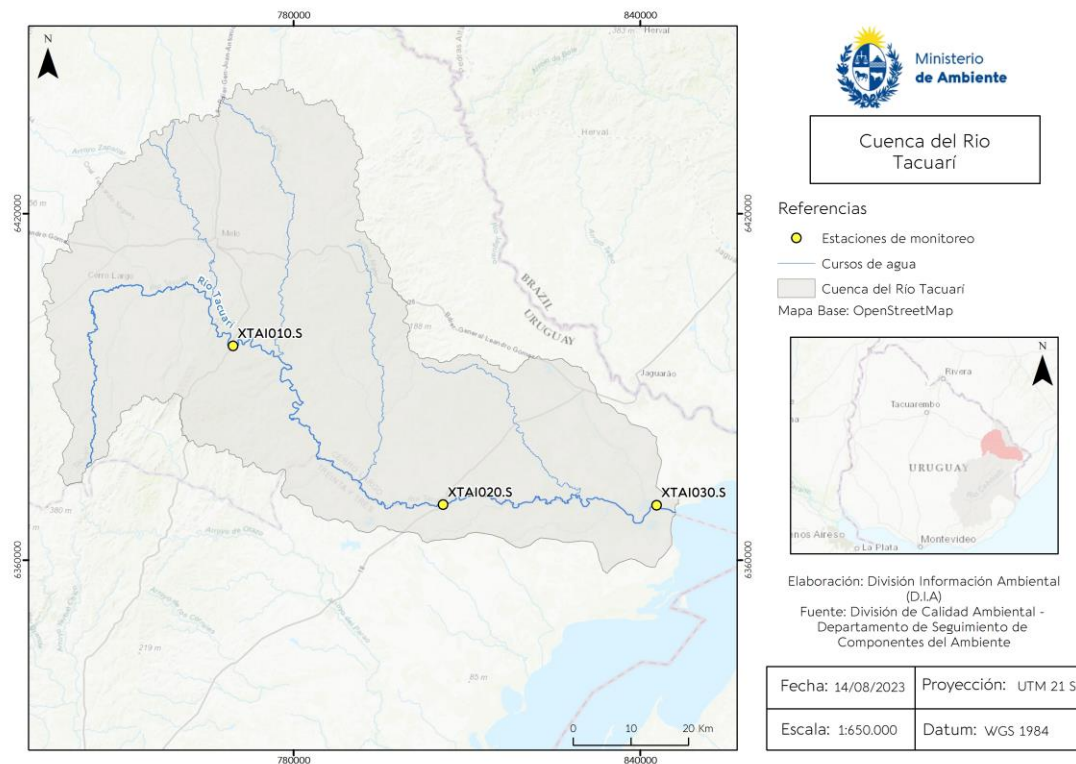


Figura 4. Subcuenca: río Tacuarí. En azul se muestran los cursos de agua. Los círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

3) Río Cebollatí

El río Cebollatí (Figura 5) es el principal afluente de la Laguna Merín y tiene una longitud de 235 km. Nace en la Cuchilla Cerro Partido, en el departamento de Llavalleja, y transcurre de suroeste, noroeste hasta desembocar en la Laguna Merín. Es el límite entre los departamentos de Rocha y Treinta y Tres, es navegable por barcos de escaso calado desde la desembocadura del río Olimar hasta la Laguna Merín. La naciente del río Cebollatí se da por la confluencia de tres arroyos: el A° de los Chanchos, el A° de Godoy y el A° del Potrero. Sus principales tributarios son: por su margen izquierda el A° del Parao, el A° Corrales y, fundamentalmente, el río Olimar Grande y por su margen derecha, el A° del Aiguá, el A° Laureles y el A° Tapes Grande (MVOTMA, 2019). La red de tributarios del río Cebollatí drena una cuenca de alrededor de 30.000 km².

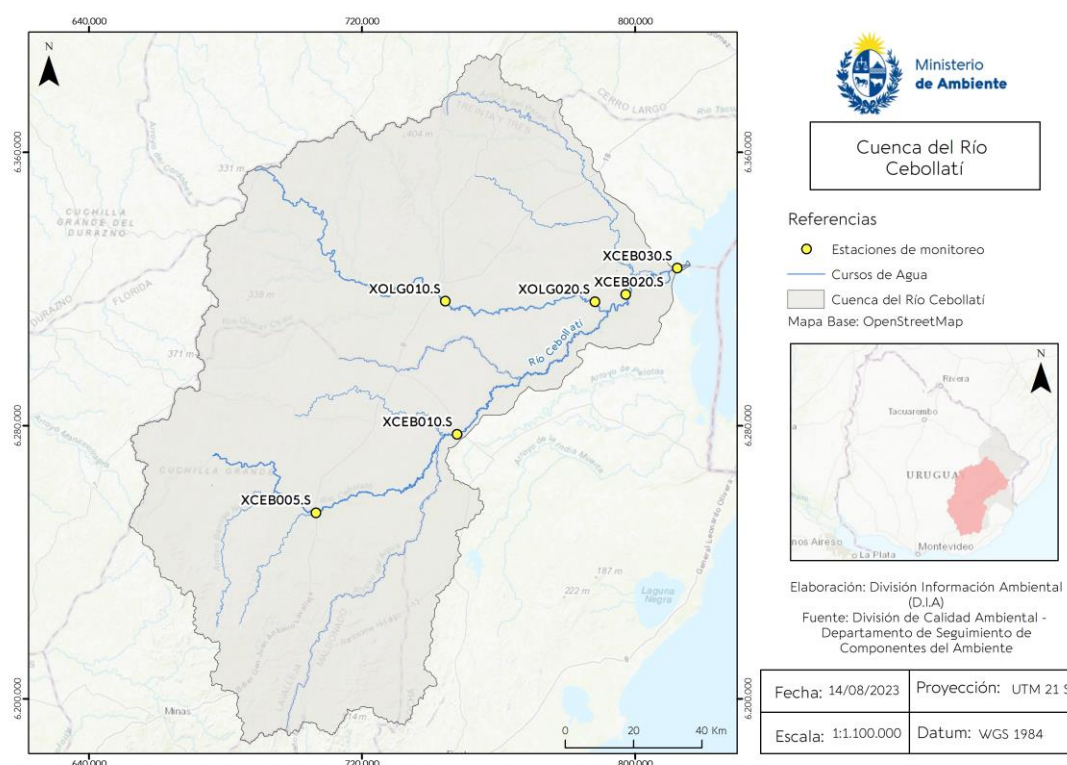


Figura 5. Subcuenca: río Cebollatí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

4) Río Olimar Grande

El río Olimar Grande (Figura 6) tiene una longitud de 160 km, la extensión de su cuenca es de 5320 km² (MVOTMA, 2019) y constituye el principal afluente del río Cebollatí. Este curso se ubica enteramente dentro del departamento de Treinta y Tres y su nacimiento se ubica en las inmediaciones de la ciudad de Santa Clara, sobre la Cuchilla Grande. En su margen derecha desemboca el río Olimar Chico y los arroyos de las Pavas y del Carmen, por su margen izquierda recibe a los arroyos de los Ceibos, Yermal y Avestruz Grande.

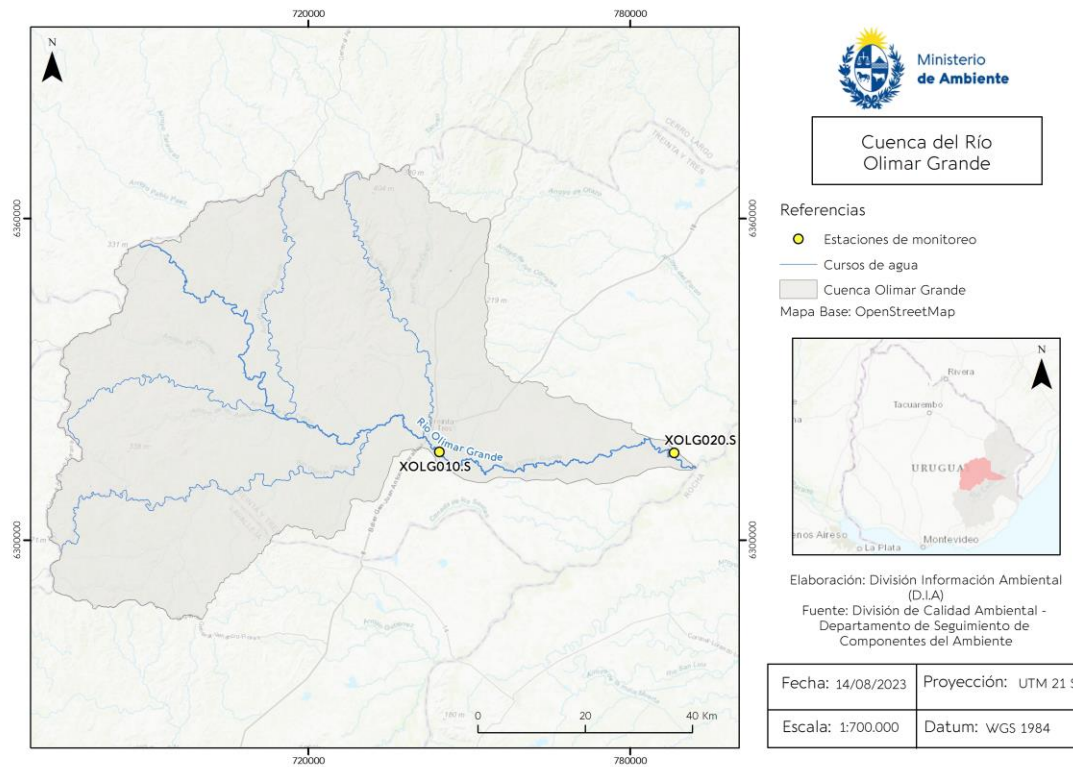


Figura 6. Subcuenca, río Olimar Grande. En azul se muestran los cursos de agua. Los círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

5) Río San Luís y A° San Miguel

La subcuenca 45 es una zona baja y densamente irrigada. El A° San Miguel (Figura 7) es un pequeño curso de agua de 35 km de longitud, ubicado en el departamento de Rocha, ejerciendo como frontera internacional con Brasil, sus principales tributarios son: A° del Sauce, A° de los indios y A° Sarandí de la Horqueta.

El río San Luis (Figura 7) se encuentra ubicado en el departamento de Rocha, tiene una longitud de 70 km, una cuenca de 1223 km² y sus afluentes principales son: A° de la Isla Negra, A° el Sarandí, A° del Ceibo, A° del Potrero y A° de la India Muerta (MVOTMA, 2019).

La porción media de esta subcuenca es drenada por el A° Barranco de Pelotas, de 57 km de recorrido, naciendo en la cuchilla de la Carbonera, descarga directamente a la Laguna Merín.

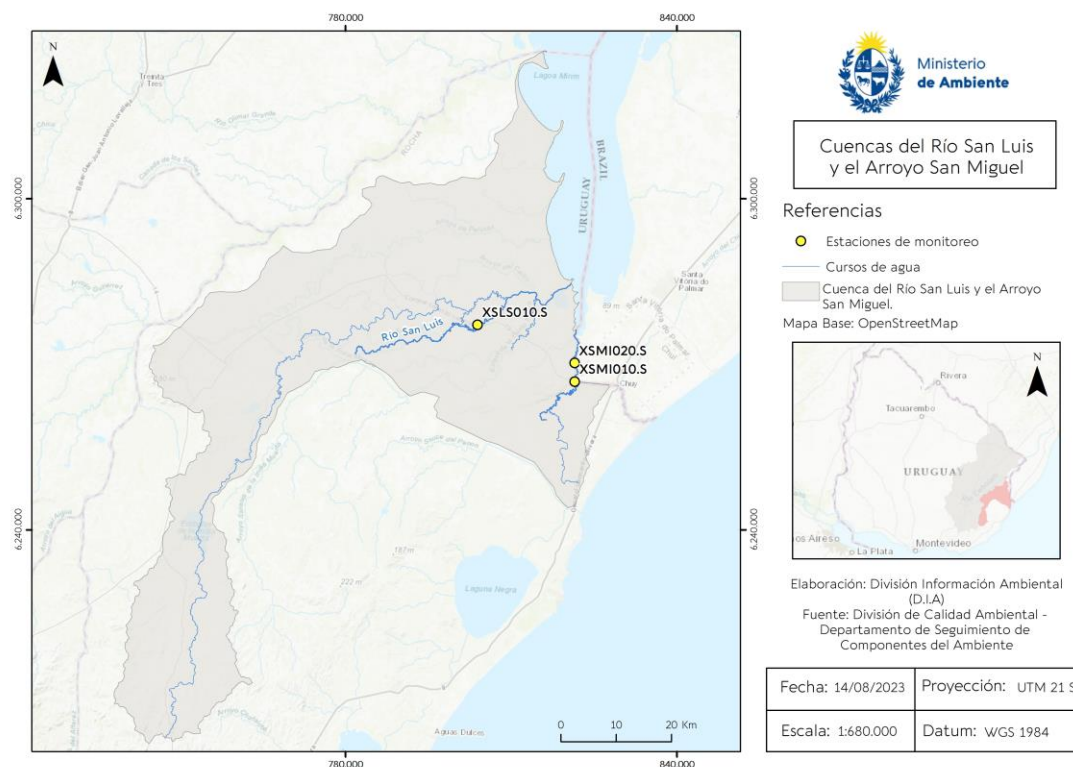


Figura 7. Subcuenca: río San Luis y del Ao. San Miguel. Los círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Campañas de monitoreo

En el período 2023 se realizaron 4 campañas de las 4 planificadas (marzo, mayo-junio, setiembre y noviembre). Dadas las condiciones climáticas (sequía e inundaciones) surgidas en el año informado no se realizó el monitoreo embarcado en todo el año. Como consecuencia de la bajante/crecidas de los ríos, no se muestrearon los puntos XCEB030, XOG010, XSMI020, XYAG010, XYAG020 ni XTAI030 (Figura 8, Tabla 2). La colecta de las muestras fue superficial desde la costa o puentes, según las características de la estación. Las estaciones de impacto se ubicaron aguas arriba y aguas abajo de ciudades, mientras que la mayoría de las estaciones de tendencia se ubicaron en la cuenca alta y en cierres de cuenca.

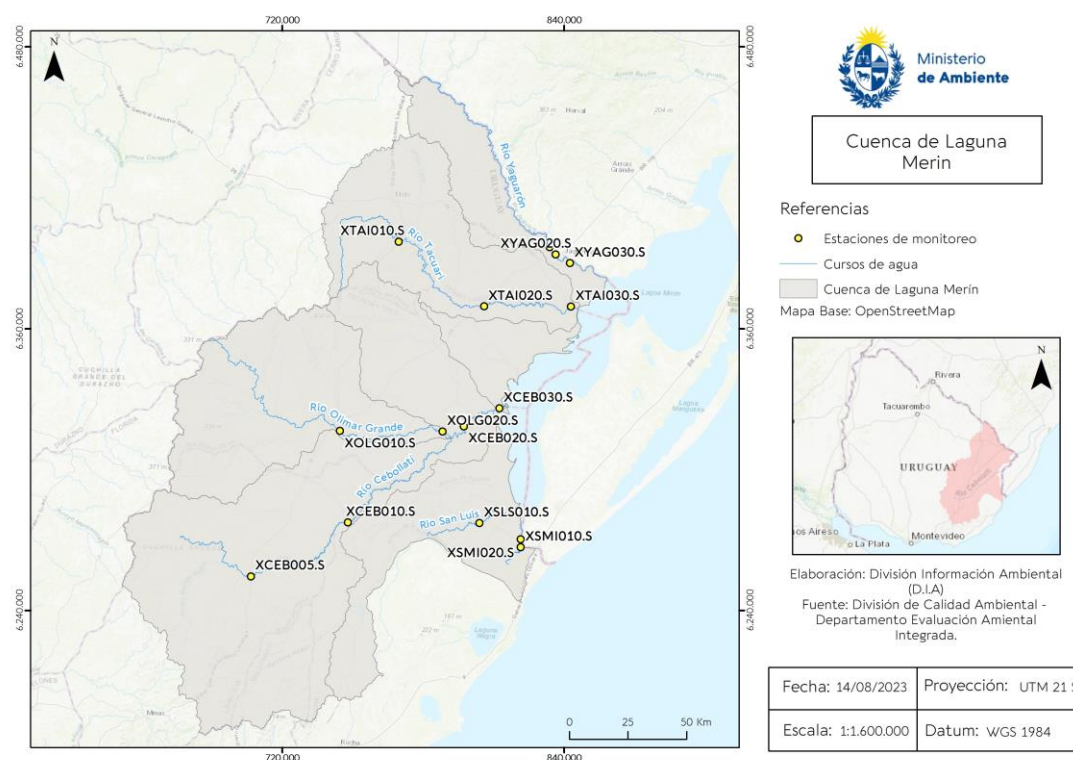


Figura 8. Localización de las estaciones de monitoreo en la cuenca de la Laguna Merín, en sus respectivos cauces de agua (líneas azules).

Tabla 1. Código para las estaciones de monitoreo, las coordenadas geográficas y una breve descripción de las estaciones de monitoreo de la Laguna Merín. Código nuevo: la primera letra indica que es un curso lótico (X), el siguiente grupo de tres letras indican el nombre abreviado del curso y luego se describe el número del sitio.

Estación (código nuevo)	Latitud	Longitud	Descripción	Tipo de estación
XSLS010	-33.60182	-53.72513	Río San Luis – Puente sobre ruta 19, próximo a localidad San Luis al Medio.	Impacto
XSMI010	-33.68917	-53.53194	Arroyo San Miguel – Puente ruta 19 a 5.5 Km de la ciudad de Chuy.	Tendencia
XSMI020	-33.65887	-53.53363	Arroyo San Miguel – Entrada canal arrocería, navegación 5Km aguas arriba de ruta 19.	Impacto
XCEB005	-33.82949	-54.76897	Río Cebollatí – Puente Ruta 8, aprox. 76 Km al sur de la ciudad de Treinta y Tres.	Tendencia
XCEB010	-33.61329	-54.32881	Río Cebollatí – Puente Ruta 14 próximo a localidad Averías.	Impacto
XCEB020	-33.2321	-53.81034	Río Cebollatí – 4 Km aguas arriba de La Charqueada, ingreso por camino La Quemada.	Tendencia
XCEB030	-33.1584	-53.65109	Río Cebollatí – Desembocadura en Laguna Merín	Tendencia
XOLG010	-33.26306	-54.37649	Río Olimar – 4.5 Km aguas abajo, del río Olimar, de la ciudad de Treinta y Tres, incluyendo las piletas de tratamiento de OSE.	Impacto
XOLG020	-33.25383	-53.907	Río Olimar – Ingreso a aprox. 13 Km de “La Charqueada” por ruta 17.	Tendencia
XTAI010	-32.53052	-54.13061	Río Tacuarí - Puente Ruta 8 próximo a localidad Arachania.	Impacto
XTAI020	-32.76922	-53.73516	Río Tacuarí - Puente Ruta 18 próximo a localidad Plácido Rosas.	Tendencia
XTAI030	-32.75884	-53.34104	Río Tacuarí - Desembocadura de cursos Tacuarí y Grande en Laguna Merín.	Tendencia
XYAG010	-32.53375	-53.4464	Río Yaguarón – Aprox. 12 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
XYAG020	-32.56098	-53.41759	Río Yaguarón – Aprox. 6 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
XYAG030	-32.59248	-53.35174	Río Yaguarón – Aprox. 4 Km aguas abajo de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Impacto

Se determinaron parámetros ambientales y posibles contaminantes antrópicos, según procedimientos de referencia de DINACEA (Tabla 2 y 3). Algunos parámetros se determinaron sólo en las estaciones de muestreo ubicadas en los cierres de cuenca (XCEB030, XOLG020, XTAI030, XYAG030, XSMI020; Tabla 5) y el monitoreo del río San Luis, que al estudiarse en solo un punto y que este no se encuentra en el cierre de cuenca, no incluyó el análisis de los siguientes parámetros: clorofila *a*, feofitina, AOX ni parámetros orgánicos (Tabla 5).

Los resultados fueron comparados con la legislación vigente para los parámetros regulados en el Decreto 253/79 y modificativos, que reglamenta el Código de Aguas del Uruguay (Tablas 2 y 3). Los ríos estudiados están comprendidos dentro de las aguas superficiales de Clase 3 de dicho decreto. Para los demás parámetros se consideraron los valores de guía del Borrador de Trabajo GESTA agua (2014) y Mesa Técnica del Agua (MTA 2017) como objetivos de calidad. Para el caso de los AOX, al no haber regulación en ninguna norma nacional, se utiliza el valor propuesto por la República Federal de Alemania (LAWA, 1998).

Tabla 2. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3, normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo, Mesa Técnica del Agua (2017) y otros.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec.253/79	GESTA 2014	Mesa Técnica	Otros*
Físico-químicos generales	Oxígeno disuelto	OD	mg/L	≥5			
	Porcentaje - saturación de O ₂	SatO2	%				
	Potencial de hidrógeno	pH	-	6.5 - 8.5			
	Conductividad	Conduc	μS/cm				
	Temperatura	T	°C				
	Transparencia (Disco de Secchi)	Transparencia	cm				
	Turbiedad	Turbidez	NTU	<50			
	Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L				
	Sólidos totales	STT	mg/L				
	Sólidos totales fijos	STF	mg/L				
	Sólidos totales volátiles	STV	mg/L				
Inorgánicos no metales	Nitrato	NO ₃	mg NO ₃ -N/L	≤10	≤5		
	Nitrito	NO ₂	mg NO ₂ -N/L		≤0.1		
	Nitrógeno amoniacal	Namoniaca	mg NH ₄ -N/L		≤0.5		
	Amonio libre	NH ₃	mg/L	≤0.02 °			
	Nitrógeno total	NT	mg N/L			<1	
	Fósforo reactivo soluble	PO ₄	μg PO ₄ -P/L				
	Fósforo total	PT	μg P/L	≤25	≤70		
Biológicas	Clorofila a	ClorofilaA	μg/L			<30	
	Feofitina	Feofitina	μg/L				
	Coliformes termotolerantes (Membrana Filtrante)	TermoTMF	UFC/100mL	≤2000 *			
Orgánicos generales	Demanda biológica de oxígeno	DBO ₅	mg/L	≤10	≤5		
	Compuestos halogenados adsorbibles	AOX	μg/L				<25 **

Mesa Técnica = Mesa Técnica del Agua (MTA). 2017.

* 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.

° Es calculado a partir de la concentración de amoníaco como se describe en la sección metodología.

** República Federal de Alemania.

Mesa Técnica = Mesa Técnica del Agua. 2017.

Tabla 3. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo, Mesa Técnica del Agua (2017) y otros.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec. 253/79	Gesta 2014	MTA	OTROS
Parámetros orgánicos	Acetamiprid	Acetamiprid	µg/L				
	Alacloro	Alclr	µg/L		≤ 0.7		
	Ametrina	Ametrina	µg/L				
	Atrazina	Atr	µg/L		≤ 1.8		
	Atrazina desetil	Atrazinadesetil	µg/L				
	Atrazina desisopropil	Atrazinadesisopropil	µg/L				
	Azinfos metil	Azinfos_metil	µg/L				
	Azoxiestrobina	Aztbna	µg/L				
	Bifentrina	Bftna	µg/L				
	Carbaril	Carbaril	µg/L				
	Carbofurano	Carbofurano	µg/L				
	Cihalofop butil	Cihalofop_butil	µg/L				
	Ciproconazol	Ciproconazol	µg/L				
	Clomazone	Clomazone	µg/L				
	Clorpirifos	Clorpirifos	µg/L		≤ 0.035		
	ClorpirifosMetil	ClorpirifosMetil	µg/L				
	Clorantraniliprol	Cltp	µg/L				
	Diuron	Diuron	µg/L				
	Deltametrina	Dmtna	µg/L		≤ 0,0004		
	Diazinon	Dzn	µg/L				
	Endosulfansulfato	Ends_SO4	µg/L				
	Epoxiconazol	Epoxiconazol	µg/L				
	Etion	Etn	µg/L				
	Fluroxipirmeptil	Fluroxipirmeptil	µg/L				
	Fipronil	Fpn	µg/L				
	Glifosato	Glf	µg/L		≤ 65		
	Haloxifop metil	Haloxifop_metil	µg/L				
	Imazalil	Imazalil	µg/L				
	Iprodione	Iprodione	µg/L				
	Isoxadifen etil	Isoxadifen_etil	µg/L				
	Kresoxim metil	Kresoxim_metil	µg/L				
	Linuron	Linuron	µg/L				
	Malaoxon	Malaoxon	µg/L				
	Metalaxil	Metalaxil	µg/L				
	Metidation	Metidation	µg/L				
	Metiocarb	Metiocarb	µg/L				
	Metolaclo	Metolaclo	µg/L				
	Metoxifenocida	Metoxifenocida	µg/L				
	Metribuzina	Metribuzina	µg/L				
	Malathion	MLtn	µg/L				
	Picoxistrobin	Picoxistrobin	µg/L				
	Piraclostrobin	Piraclostrobin	µg/L				
	Pirimetanil	Pirimetanil	µg/L				
	Pirimifos_Metil	Pirimifos_Metil	µg/L				
	Procloraz	Procloraz	µg/L				
	Profenofos	Profenofos	µg/L				
	Propiconazol	Propiconazol	µg/L				
	Propanil	Prp	µg/L				
	Pyrazosulfuron etil	Pyrazosulfuron_etil	µg/L				
	Simazina	Smzn	µg/L		≤10		
	Tebuconazol	Tebuconazol	µg/L				
	Terbacil	Terbacil	µg/L				
	Tiametoxam	Tiametoxam	µg/L				
	Triciclazol	Triciclazol	µg/L				
	Trifloxiestrobina	Trifloxiestrobina	µg/L				
	Triticonazol	Triticonazol	µg/L				

Tabla 4. Variables monitoreadas en la Cuenca de la Laguna Merín y estaciones para las que son reportadas

		Puntos															
		XSL010.S	XSMI010.S	XSMI020.S	XCEB005.S	XCEB010.S	XCEB020.S	XCEB030.S	XOLG010.S	XOLG020.S	XTAI010.S	XTAI020.S	XTAI030.S	XYAG010.S	XYAG020.S	XYAG030.S	
Parámetros	OD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	SatO2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	pH	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Conduc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Transparencia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Turbidez	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	SST	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NO ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Namoniacal	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	PO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	PT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	ClorofilaA			.				.		.			.			.
	FeofitinaA			.				.		.			.			.
	Acetamiprid			.				.		.			.			.
	Alacloro			.				.		.			.			.
	Ametrina			.				.		.			.			.
	Atrazina			.				.		.			.			.
	Atrazina desetil			.				.		.			.			.
	Atrazina desisopropil			.				.		.			.			.
	Azinfos metil			.				.		.			.			.
	Azoxiestrobina			.				.		.			.			.
	Bifentrina			.				.		.			.			.
	Carbaril			.				.		.			.			.
	Carbofurano			.				.		.			.			.
	Cihalofof butil			.				.		.			.			.
	Ciproconazol			.				.		.			.			.
	Clomazone			.				.		.			.			.
	Clorpirifos			.				.		.			.			.
	ClorpirifosMetil			.				.		.			.			.
	Clorantraniliprol			.				.		.			.			.
	Diuron			.				.		.			.			.
	Deltametrina			.				.		.			.			.

		Puntos														
		XSL010.S	XSMI010.S	XSMI020.S	XCEB005.S	XCEB010.S	XCEB020.S	XCEB030.S	XOLG010.S	XOLG020.S	XTAI010.S	XTAI020.S	XTAI030.S	XYAG010.S	XYAG020.S	XYAG030.S
	Diazinon			•				•		•			•			•
	Endosulfansulfato			•				•		•			•			•
	Epoxiconazol			•				•		•			•			•
	Etion			•				•		•			•			•
	Fluroxipirmeptil			•				•		•			•			•
	Fipronil			•				•		•			•			•
	Glifosato			•				•		•			•			•
	Haloxypop metil			•				•		•			•			•
	Imazalil			•				•		•			•			•
	Iprodione			•				•		•			•			•
	Isoxadifen etil			•				•		•			•			•
	Kresoxim metil			•				•		•			•			•
	Linuron			•				•		•			•			•
	Malaoxon			•				•		•			•			•
	Metalaxil			•				•		•			•			•
	Metidation			•				•		•			•			•
	Metiocarb			•				•		•			•			•
	Metolaclo			•				•		•			•			•
	Metoxifenocida			•				•		•			•			•
	Metribuzina			•				•		•			•			•
	Malathion			•				•		•			•			•
	Picoxistrobin			•				•		•			•			•
	Piraclostrobin			•				•		•			•			•
	Pirimetanil			•				•		•			•			•
	Pirimifos_Metil			•				•		•			•			•
	Procloraz			•				•		•			•			•
	Profenofos			•				•		•			•			•
	Propiconazol			•				•		•			•			•
	Propanil			•				•		•			•			•
	Pyrazosulfuron etil			•				•		•			•			•
	Simazina			•				•		•			•			•
	Tebuconazol			•				•		•			•			•
	Terbacil			•				•		•			•			•
Tiametoxam			•				•		•			•			•	
Triciclazol			•				•		•			•			•	
Trifloxiestrobina			•				•		•			•			•	
Triticonazol			•				•		•			•			•	

2.2. Metodología

En esta sección se abordan los aspectos metodológicos relativos a la elaboración del presente informe.

2.2.1. Tratamiento de los datos

En el caso de algunas variables, buena parte de los resultados están comprendidos en el entorno de los límites de la técnica. Para facilitar el tratamiento de estos datos se toman por convención las analogías que se observan en la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica

< LD	=	LD
< LC	=	LC/2
LD < X < LC	=	(LC+LD)/2

La concentración de amoníaco libre se obtuvo a través de la fórmula (CCME, 2010):

$$NH_3 = \frac{NH_4}{1 + 10^{(-0.467 + \frac{2887.9}{T(^{\circ}C) + 273.15} - pH)}}$$

2.2.2. Índices

Los Índices de Calidad de Agua son una herramienta que estandariza niveles de calidad en función de un conjunto de parámetros seleccionados como indicadores, lo que permite comparar el estado trófico de distintos cuerpos de agua (lénticos y lóticos) ubicados en diferentes lugares geográficos. Además, pueden ser utilizados para determinar cambios en la calidad del agua entre distintos tramos de una red hidrográfica y entre el mismo tramo a través del tiempo.

El cálculo del Índice de Estado Trófico (IET) permite clasificar los cuerpos de agua según una escala de calidad definida en función del fósforo total (PT, expresado en µg/L). El IET permite clasificar los cursos/tramos en 6 categorías de estado trófico (Tabla 6).

Para el cálculo del IET en cuerpos de agua lóticos se utiliza la fórmula de Lamparelli (2004):

$$IET = 10 \left(6 - \left((0.42 - 0.36(\ln(PT))) \div \ln(2) \right) \right) - 20$$

Tabla 6. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total

Nivel trófico	IET	Escala cromática
Ultraoligotrófico	≤47	
Oligotrófico	47<IET≤52	
Mesotrófico	52<IET≤59	
Eutrófico	59<IET≤63	
Supereutrófico	63<IET≤67	
Hipereutrófico	>67	

3. RESULTADOS

En este capítulo presentaremos los resultados correspondientes a calidad del agua superficial obtenidos en el marco del Plan de monitoreo de la cuenca de la Laguna Merín, durante 2023.

3.1. Variables *in situ*

3.1.1 Temperatura

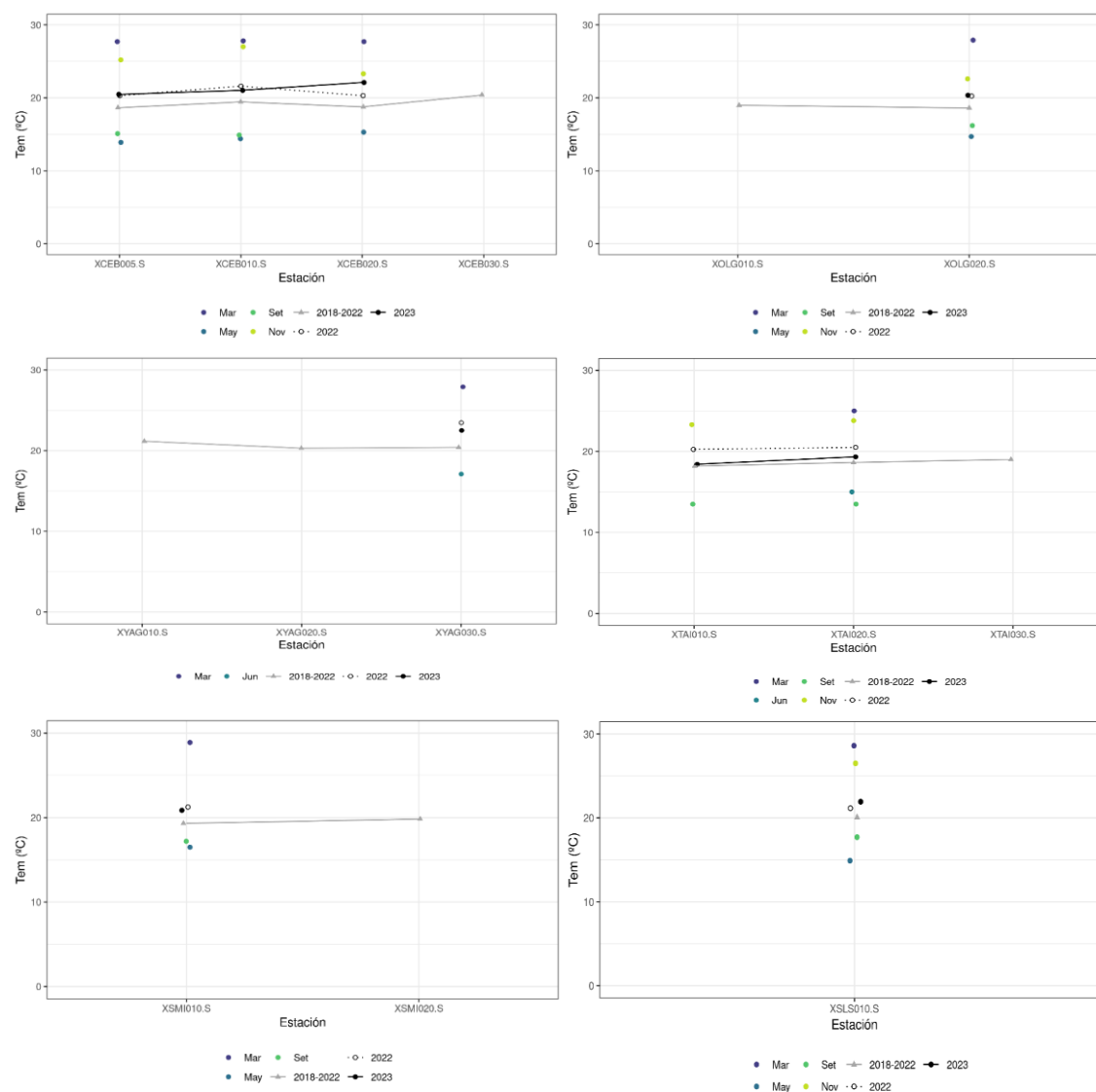


Figura 9. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 7. Estadísticas básicas de la Temperatura. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollati	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	5	2	3
Unidad: °C						
MIN	13.9	14.7	17.1	13.5	14.9	16.5
MAX	27.8	27.9	27.9	25	28.6	28.9
PROM	21.1	20.4	22.5	19.0	21.925	20.9
MEDIANA	23.3	19.4	22.5	19.15	22.1	17.2
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 5	XYAG030 - 6	XTAI010 - 9	XSLS010 - 5	XSMI010 - 5
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSLS010 - 3	XSMI010 - 3

3.1.2. Conductividad

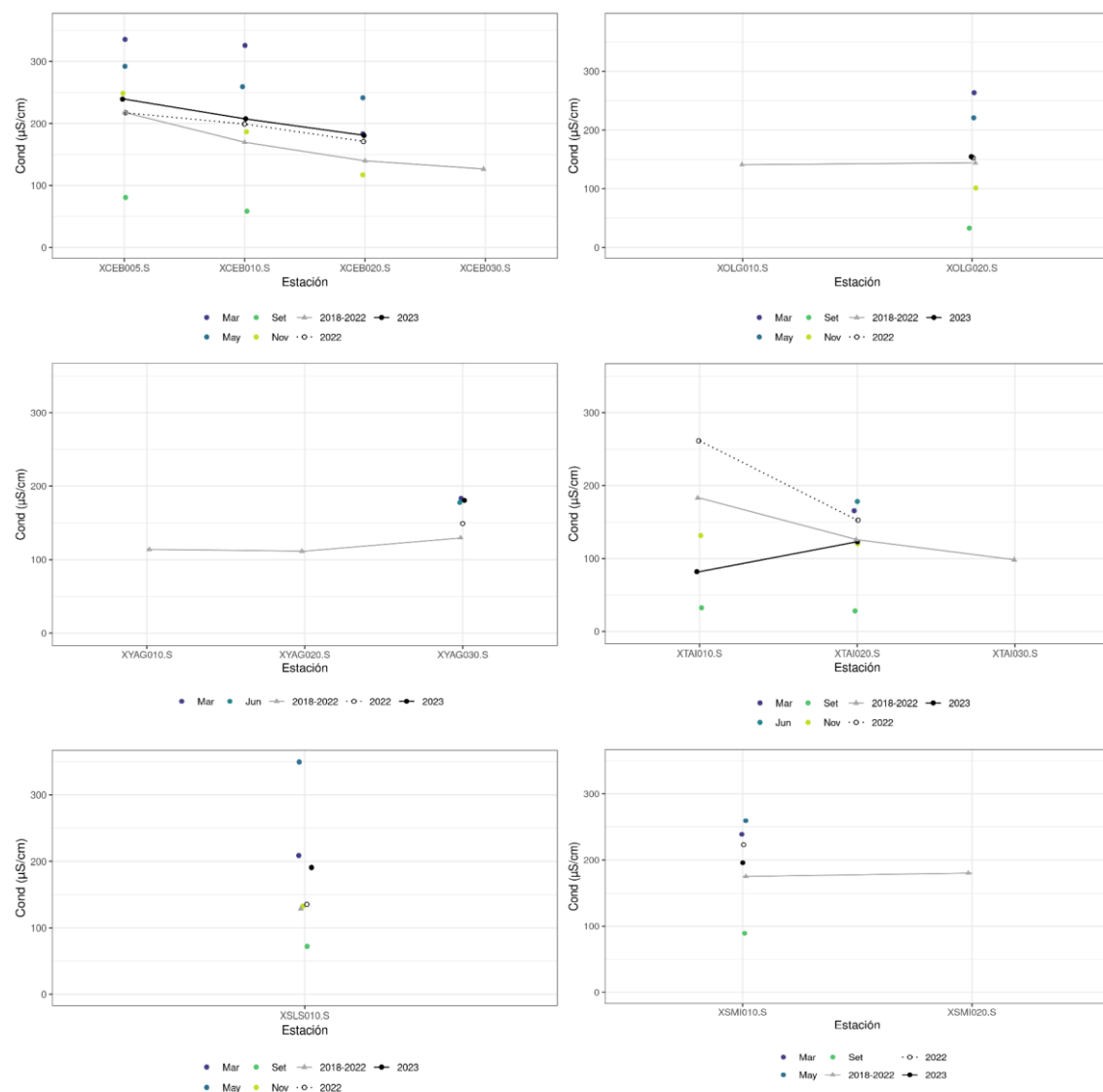


Figura 10. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 8. Estadísticas básicas de la Conductividad. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: µS/cm						
MIN	58.6	33.1	177.7	28.1	72.1	89.2
MAX	335.5	263.4	183.5	178.2	349.5	259.4
PROM	211.7	154.6	180.6	109.3	190.7	195.8
MEDIANA	241.4	161.0	180.6	125.8	170.6	238.9
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 9	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI020 - 9	XSLS010 - 9	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB005 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 6	XSLS010 - 5	XSMI010 - 5

3.1.3. Oxígeno disuelto (OD)

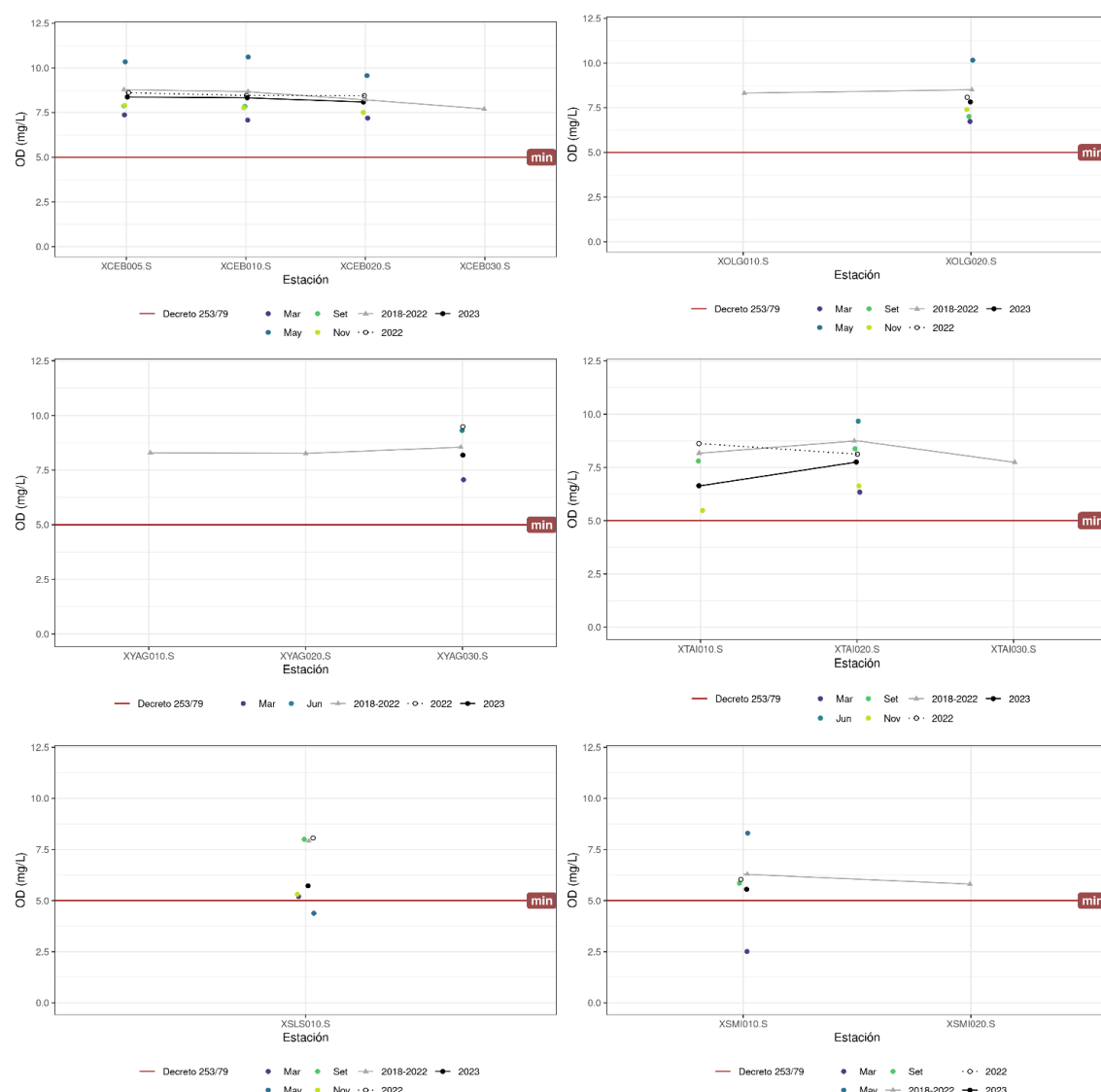


Figura 11. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto (OD) en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 9. Estadísticas básicas del OD. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg/L						
MIN	7.08	6.73	7.06	5.48	4.38	2.51
MAX	10.61	10.16	9.31	9.67	8.00	8.30
PROM	8.28	7.83	8.19	7.38	5.72	5.55
MEDIANA	7.85	7.21	8.19	7.22	5.26	5.85
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI010 - 9	XSLS010 - 5	XSMI010 - 3
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 5	XOLG020 - 5	XYAG030 - 6	XTAI020 - 9	XSLS010 - 9	XSMI010 - 5
STD y/o VG	5	5	5	5	5	5
No cumplen (n)	5	5	5	5	1	1
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	25 - 75	33 - 67

3.1.4. pH

Se observa que el pH en el mes de setiembre se encuentra por debajo del límite establecido por el Dec. 253/79 y modificativos para casi todas las subcuencas (exceptuando el río Yaguarón) y en la mayoría de las estaciones de monitoreo correspondientes a dicho mes.

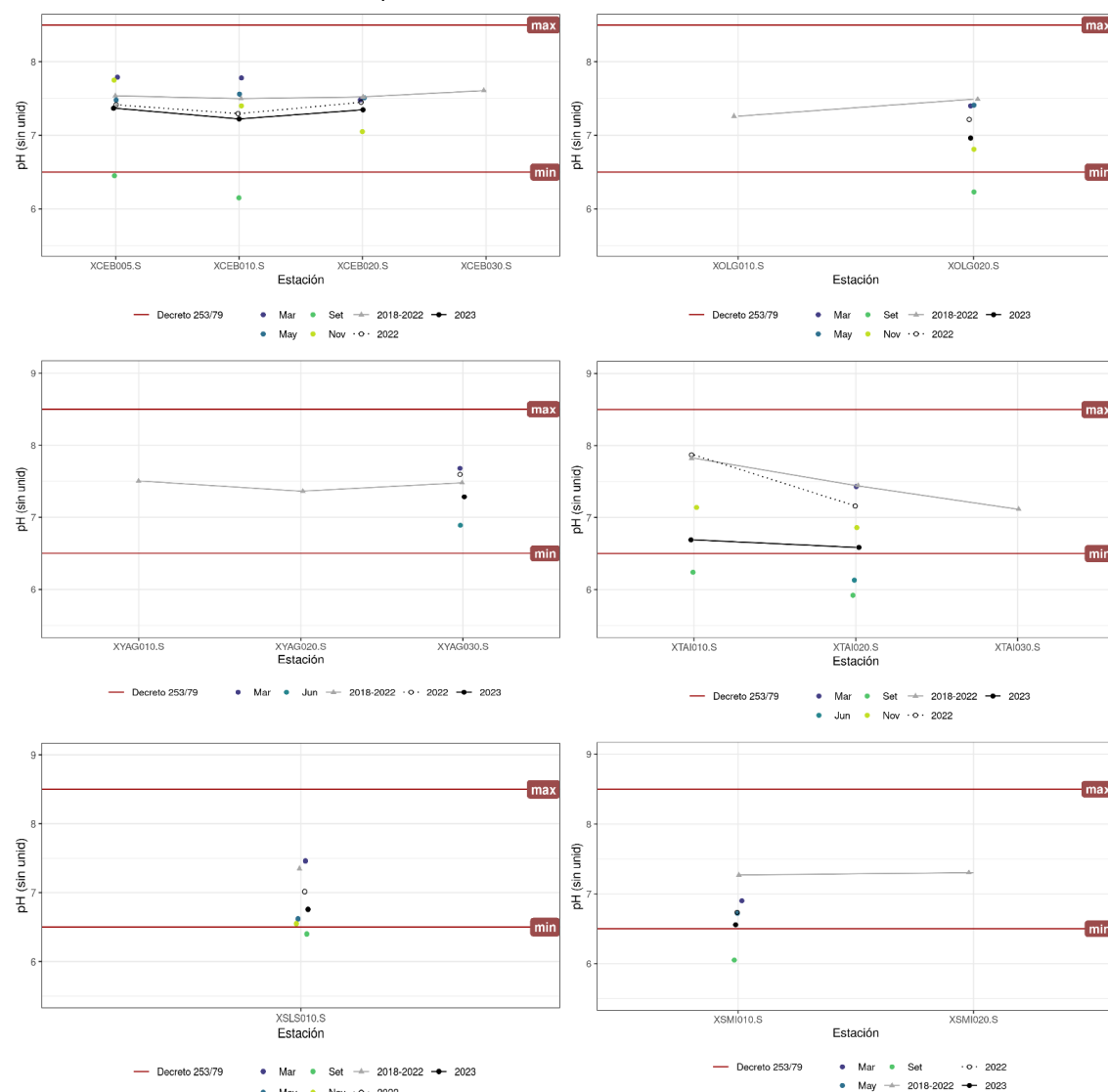


Figura 12. Variación espacial y temporal del pH en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 10. Estadísticas básicas del pH. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: s/u						
MIN	6.15	6.23	6.89	5.92	6.40	6.05
MAX	7.79	7.41	7.68	7.43	7.46	6.90
PROM	7.31	6.96	7.29	6.62	6.76	6.56
MEDIANA	7.48	7.11	7.29	6.55	6.59	6.72
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 9	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI020 - 9	XSL010 - 9	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB005 - 3	XOLG020 - 5	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSL010 - 3	XSMI010 - 3
STD y/o VG	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
No cumplen (n)	2	1	0	2	1	1
No cumple - Cumple (%)	18 - 82	25 - 75	0 - 100	33 - 67	25 - 75	33 - 67

3.1.5. Transparencia

No hay dato de transparencia ya que debido a la sequía no se pudo realizar muestreo de los puntos embarcados.

3.1.6. Turbidez

No se cuenta con datos para los muestreos de setiembre y noviembre dado que el turbidímetro se encontraba fuera de funcionamiento en ese momento.

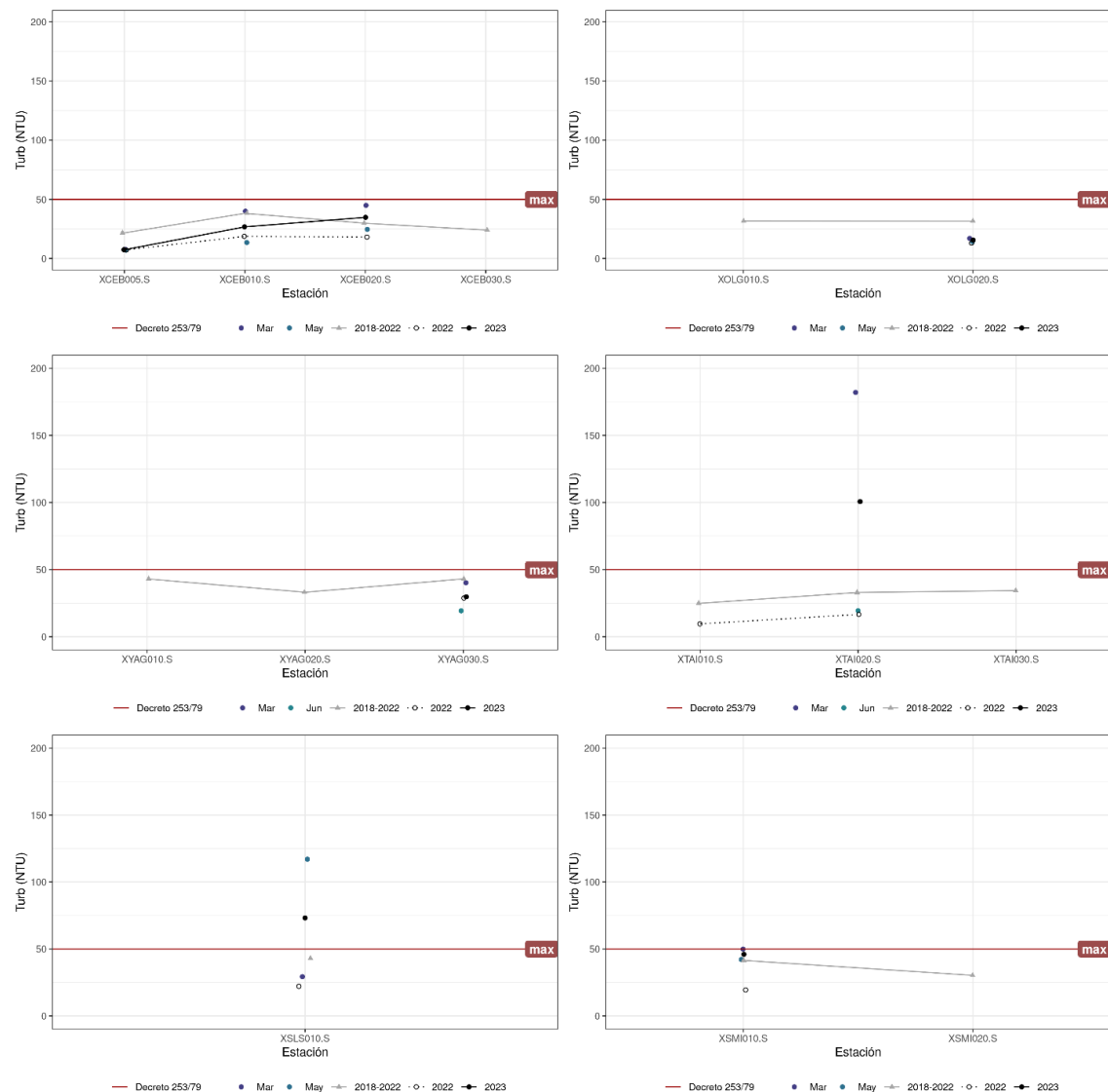


Figura 13. Variación espacial y temporal de la turbidez en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 11. Estadísticas básicas de la turbidez. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	6	2	2	2	2	2
Cuantificados	6	2	2	2	2	2
Unidad: NTU						
MIN	7.04	14.2	19.3	19.4	29.3	42.1
MAX	44.9	17.0	40.2	182.0	117.0	49.9
PROM	23.0	15.6	29.8	100.7	73.2	46.0
MEDIANA	19.1	15.6	29.8	100.7	73.2	46.0
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 5	XYAG030 - 6	XTAI020 - 6	XSL010 - 3	XSMI010 - 5
MAX > Estación - Mes	XCEB020 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSL010 - 5	XSMI010 - 3
STD y/o VG	50	50	50	50	50	50
No cumplen STD (n)				1	1	
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	50 - 50	50 - 50	0 - 100

3.2. Inorgánicos no metales

3.2.1. Nitrato (NO₃)

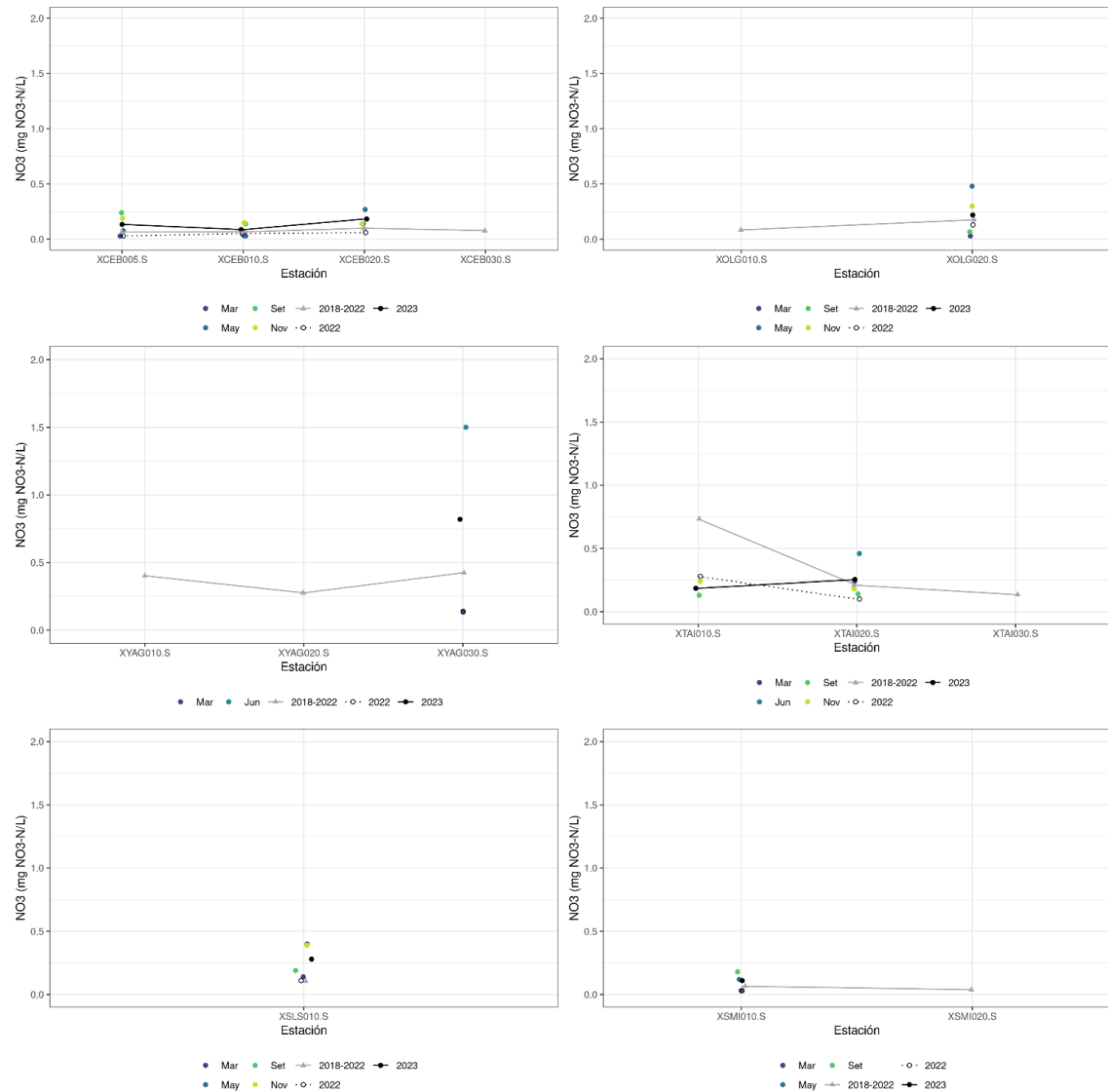


Figura 14. Variación espacial y temporal del NO₃ en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 12. Estadísticas básicas del NO₃. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	8	2	2	6	4	2
Unidad: mg NO ₃ -N/L						
MIN	0.078	0.067	0.14	0.13	0.14	0.12
MAX	0.27	0.48	1.50	0.46	0.40	0.18
PROM	0.17	0.27	0.82	0.23	0.28	0.15
MEDIANA	0.15	0.27	0.82	0.21	0.29	0.15
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 9	XYAG030 - 3	XTAI010 - 9	XSL010 - 3	XSMI010 - 5
MAX > Estación - Mes	XCEB020 - 5	XOLG020 - 5	XYAG030 - 6	XTAI020 - 6	XSL010 - 5	XSMI010 - 9
STD y/o VG	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5
No cumplen (n)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.2.2. Nitrito (NO_2)

El NO_2 para la gran mayoría de los casos presentó valores por debajo del límite de detección (0.0015 mg/L) y cuantificación (0.0046 mg/L). Solo para ocho estaciones presentó valores cuantificables, en el arroyo San Luís en el mes de marzo (0.0056 mg/L), en mayo (0.0084 mg/L) y en noviembre (0.013 mg/L); en el río Cebollatí en el mes de marzo (0.005 mg/L); en el río Tacuarí en el mes de marzo (0.016 mg/L) y noviembre (0.019 mg/L) y finalmente, en el río Yaguarón en el mes de marzo (0.064 mg/L) y noviembre (0.0088 mg/L). En ninguno de los casos superó el valor guía del GESTA agua (0.1 mg/L).

3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH_4)

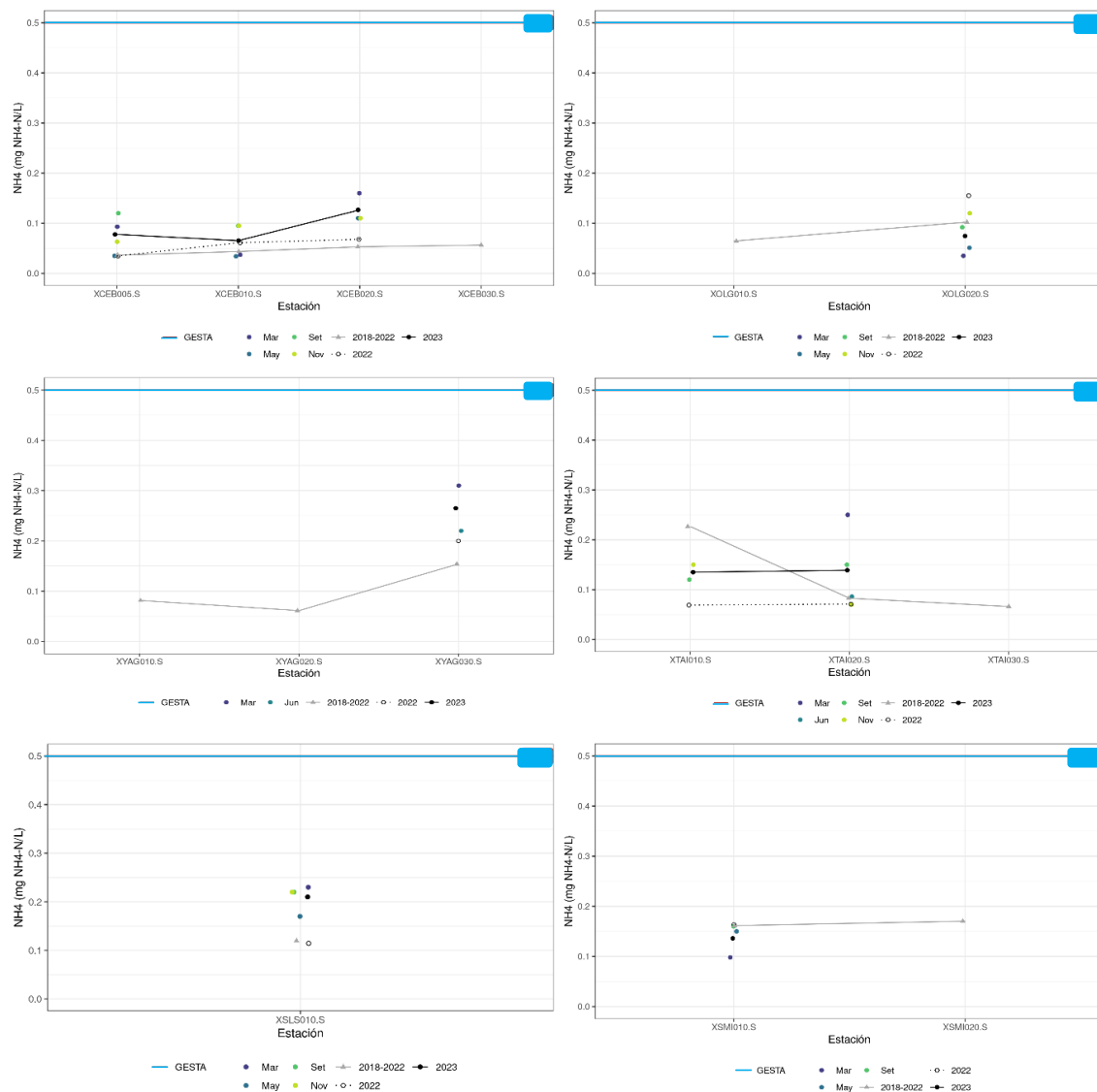


Figura 15. Variación espacial y temporal del NH_4 en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 13. Estadísticas básicas del NH₄. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg NH₄-N/L						
MIN	0.034	0.035	0.220	0.070	0.170	0.098
MAX	0.160	0.120	0.310	0.250	0.230	0.160
PROM	0.087	0.075	0.265	0.138	0.075	0.136
MEDIANA	0.095	0.072	0.265	0.135	0.072	0.150
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 5	XOLG020 - 3	XYAG030 - 6	XTAI020 - 11	XSL010 - 5	XSMI010 - 3
MAX > Estación - Mes	XCEB020 - 3	XOLG020 - 11	XYAG030 - 3	XTAI010 - 11	XSL010 - 3	XSMI010 - 9
STD y/o VG	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
No cumplen (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.2.4. Amoníaco libre (NH₃)

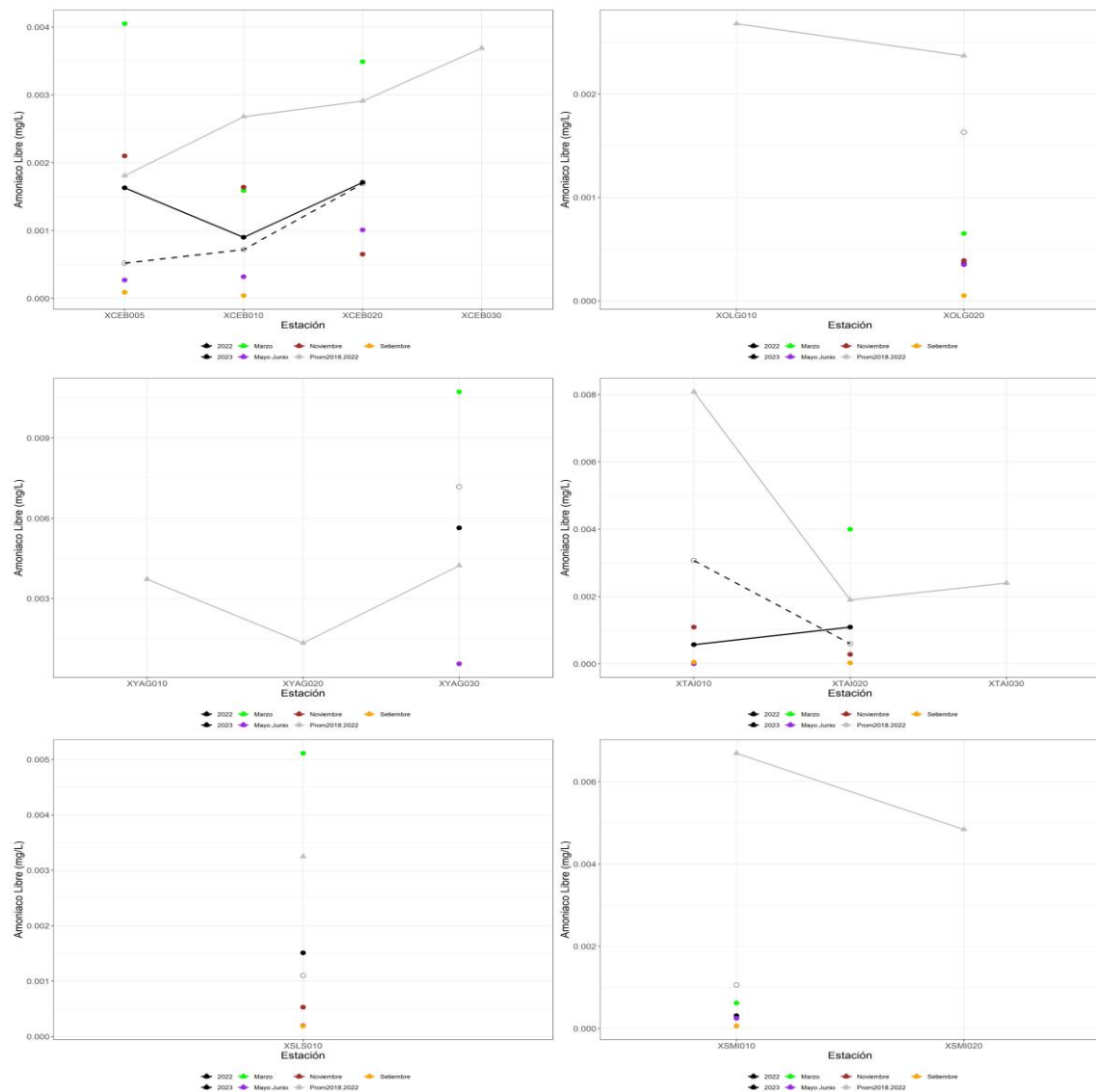


Figura 16. Variación espacial y temporal del NH₃ en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 14. Estadísticas básicas del NH₃. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg/L						
MIN	0.00004	0.00005	0.00056	0.000031	0.00019	0.00006
MAX	0.00405	0.00065	0.01072	0.00400	0.00511	0.00062
PROM	0.00139	0.00036	0.00564	0.00091	0.00151	0.00031
MEDIANA	0.00101	0.00037	0.00564	0.00017	0.00036	0.00025
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 9	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI020 - 9	XSLS020 - 9	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB005 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSLS010 - 3	XSMI010 - 3
STD y/o VG	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
No cumplen (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.2.5. Nitrógeno total (NT)

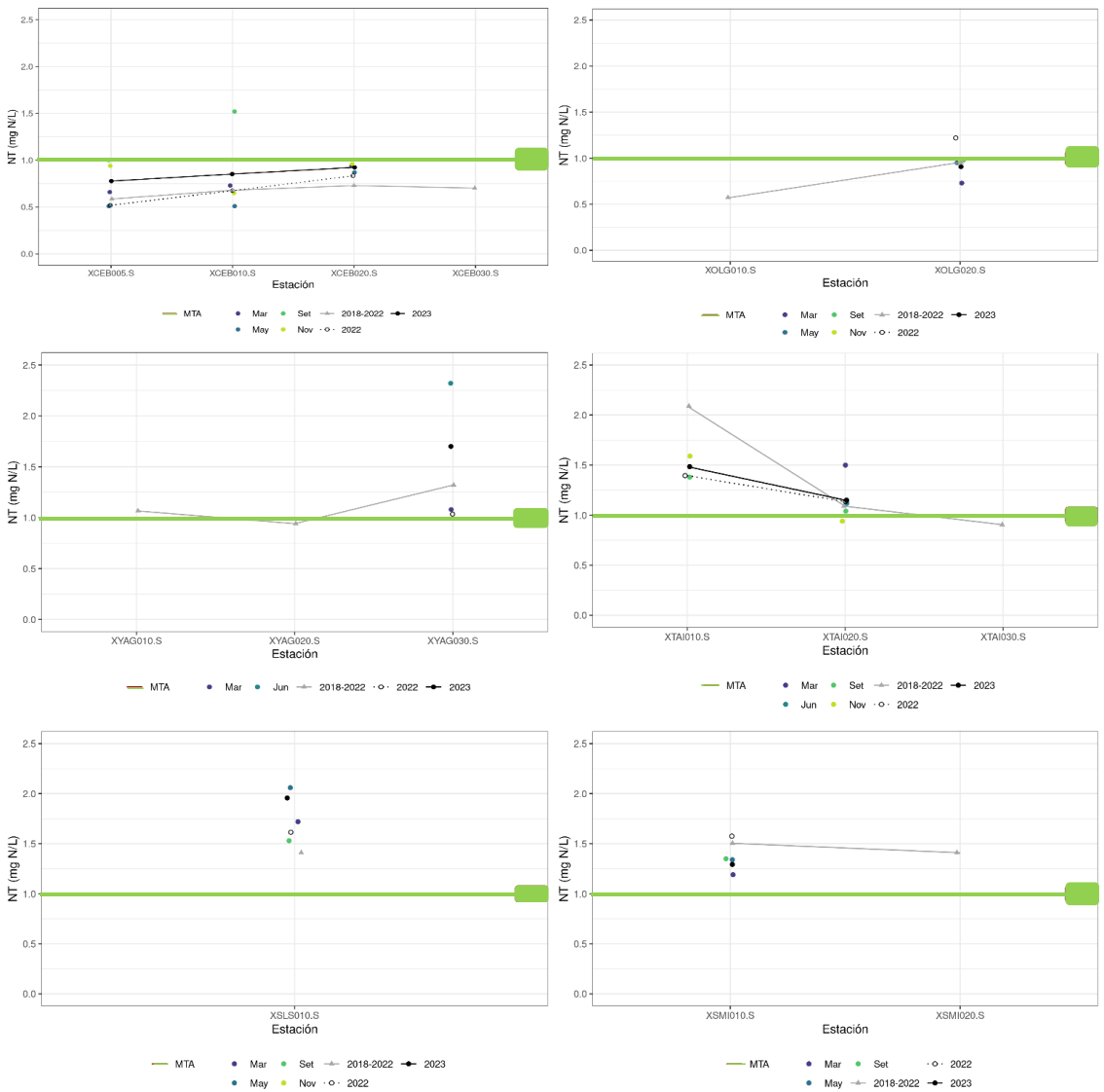


Figura 17. Variación espacial y temporal del NT en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 15. Estadísticas básicas del NT. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luí	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg N/L						
MIN	0.51	0.73	1.08	0.94	1.53	1.19
MAX	1.52	0.98	2.32	1.59	2.52	1.35
PROM	0.84	0.91	1.70	1.26	1.96	1.29
MEDIANA	0.87	0.96	1.70	1.25	1.89	1.34
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 11	XSL010 - 9	XSMI010 - 3
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 9	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI010 - 11	XSL010 - 11	XSMI010 - 9
STD y/o VG	1	1	1	1	1	1
No cumplen (n)	2		2	5	4	3
No cumple - Cumple (%)	18 - 82	0 - 100	100 - 0	83 - 17	100 - 0	100 - 0

3.2.6. Fósforo reactivo (PO₄)

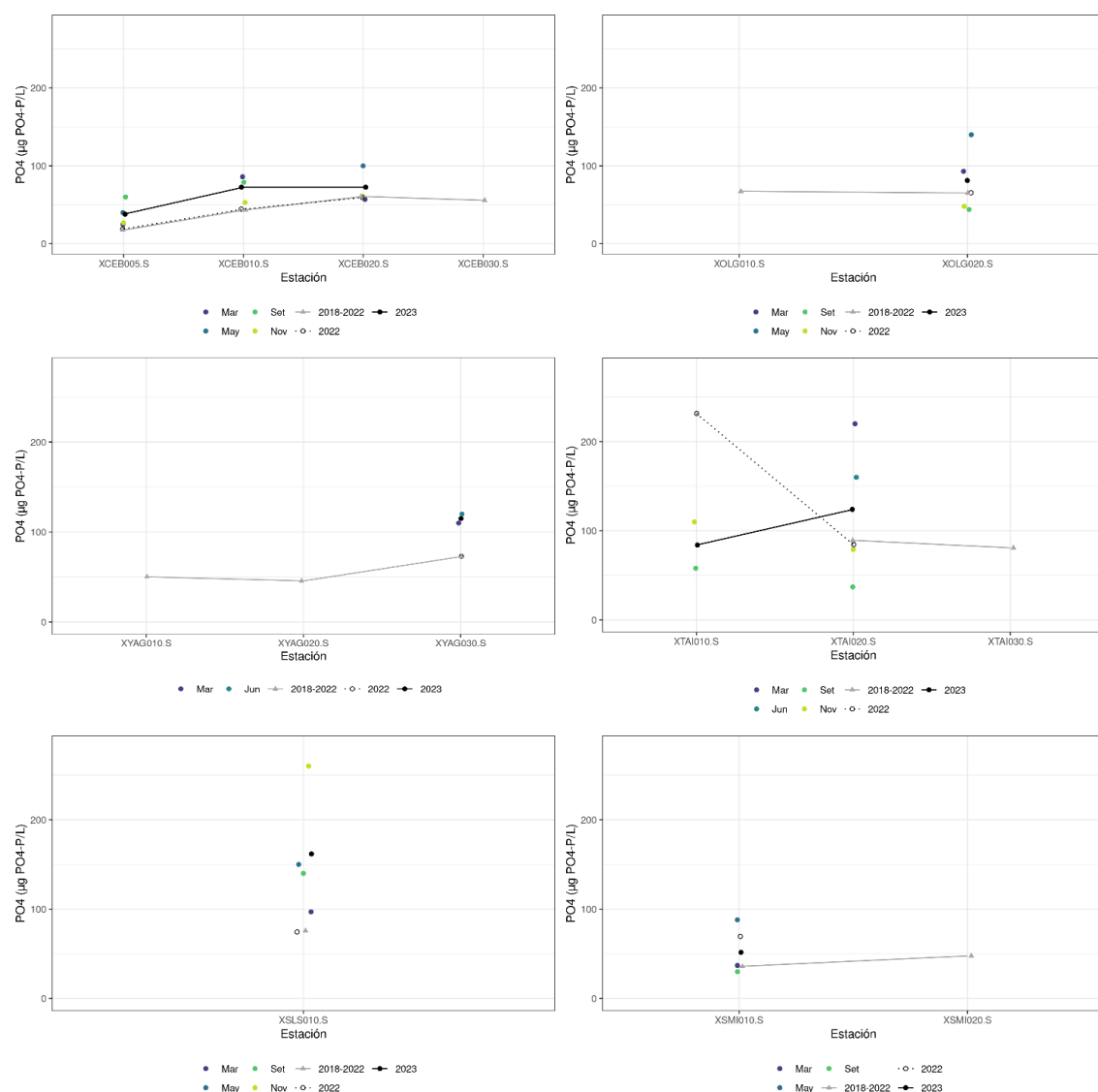


Figura 18. Variación espacial y temporal del PO₄ en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 16. Estadísticas básicas del PO₄. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	10	4	2	6	4	3
Cuantificados	10	4	2	6	4	3
Unidad: µg PO₄-P/L						
MIN	25	44	110	37	97	30
MAX	100	140	120	220	260	88
PROM	59	81	115	111	162	52
MEDIANA	59	71	115	95	145	37
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 3	XOLG020 - 9	XYAG030 - 3	XTAI020 - 9	XSLS010 - 3	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB020 - 5	XOLG020 - 5	XYAG030 - 6	XTAI020 - 3	XSLS010 - 11	XSMI010 - 5

3.2.7. Fósforo total PT

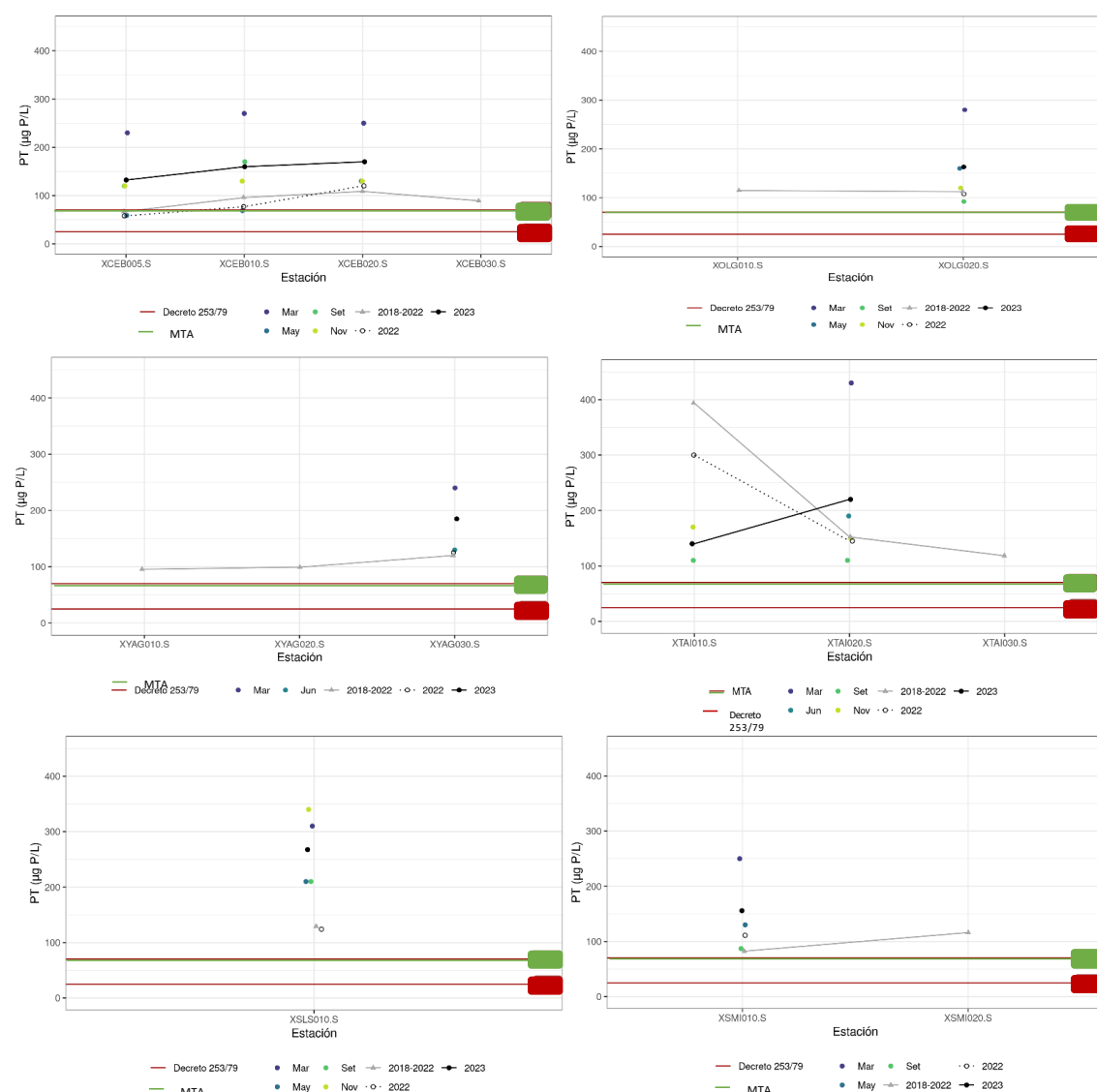


Figura 19. Variación espacial y temporal del PT en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 17. Estadísticas básicas del PT. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: µg P/L						
MIN	59	92	130	110	210	87
MAX	270	280	240	430	340	250
PROM	153	163	185	193	268	156
MEDIANA	130	140	185	160	260	130
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI010 - 9 XTAI020 - 9	XSL010 - 5 y 9	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSL010 - 11	XSMI010 - 3
STD y/o VG	25 y 70	25 y 70	25 y 70	25 y 70	25 y 70	25 y 70
No cumplen VG (n)	9	4	2	6	4	3
No cumple - Cumple (%)	82 - 18	100 - 0	100 - 0	100 - 0	100 - 0	100 - 0

3.3. Sólidos

3.3.1. Sólidos Totales (ST)

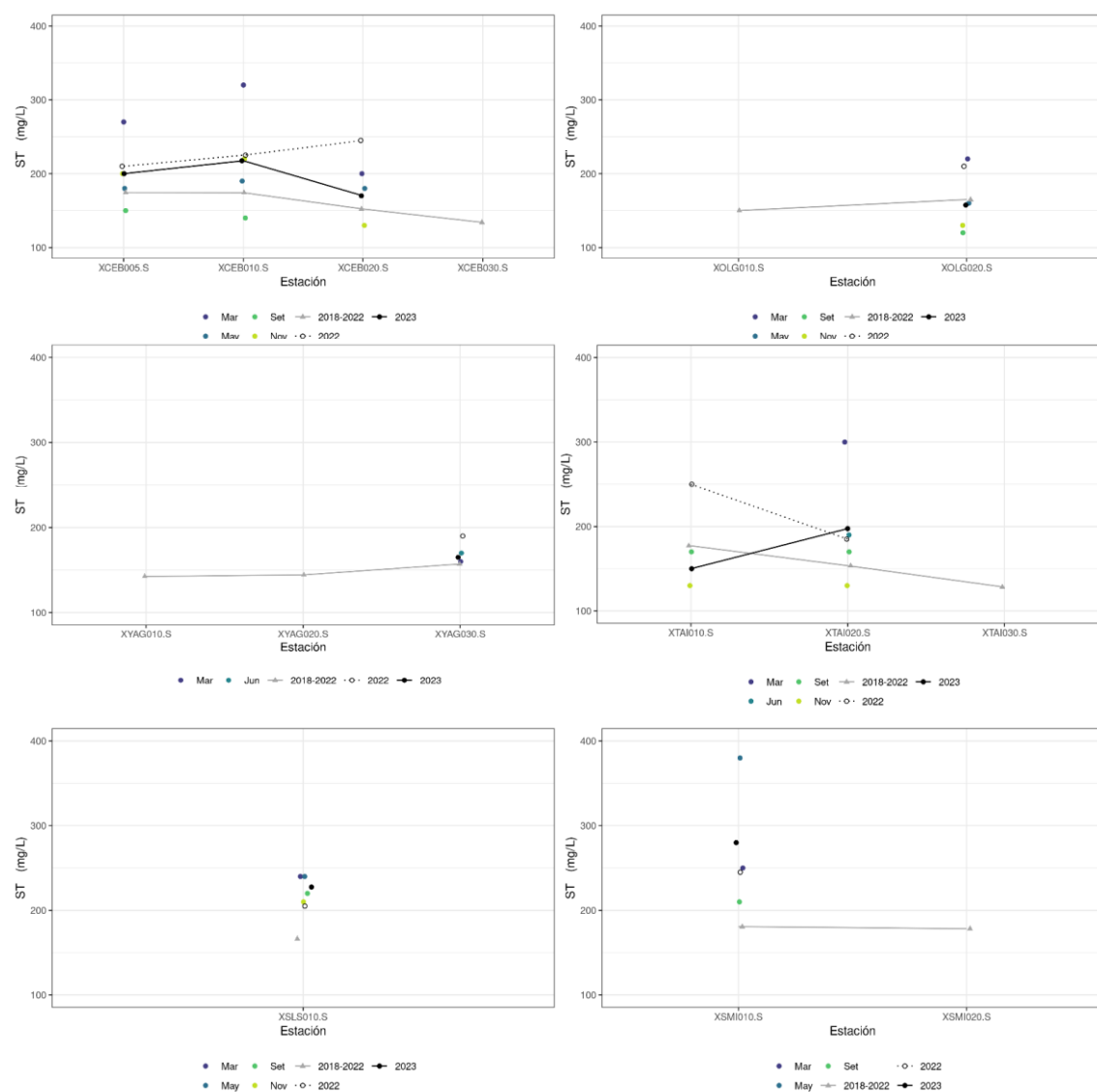


Figura 20. Variación espacial y temporal del ST en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 18. Estadísticas básicas del ST. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg/L						
MIN	130	120	160	130	210	210
MAX	320	220	170	300	240	380
PROM	198	158	165	182	228	280
MEDIANA	190	145	165	170	230	250
MIN > Estación - Mes	XCEB020 - 11	XOLG020 - 9	XYAG030 - 3	XTAI010, y XTAI020 - 11	XSLS010 - 11	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 6	XTAI020 - 3	XSLS010 - 3 y 5	XSMI010 - 5

3.3.2. Sólidos Totales Volátiles (STV)

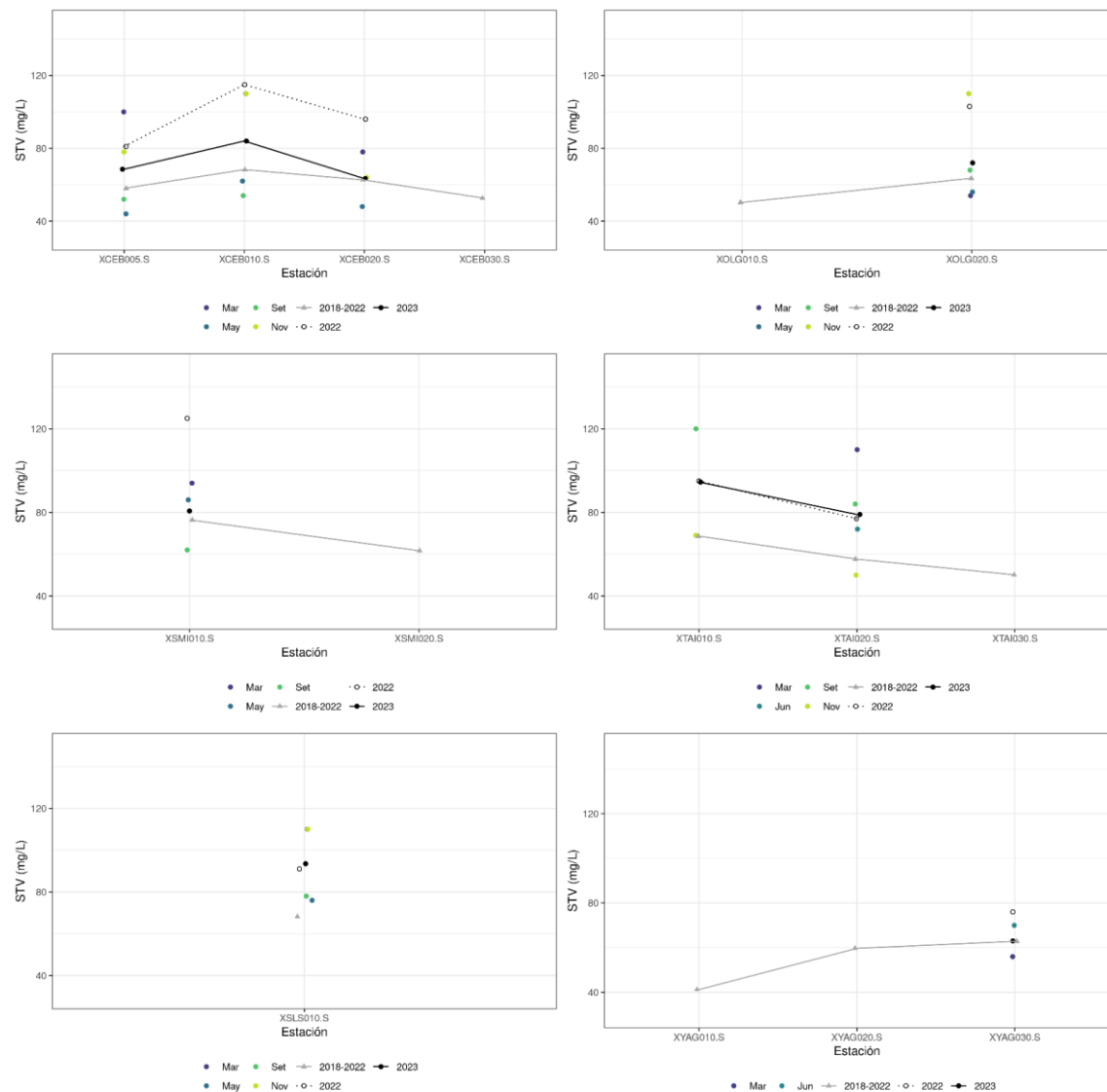


Figura 21. Variación espacial y temporal del STV en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 19. Estadísticas básicas del STV. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg/L						
MIN	44	54	56	50	76	62
MAX	110	110	70	120	110	94
PROM	73	72	63	84	94	81
MEDIANA	64	62	63	78	94	86
MIN > Estación - Mes	XCEB005 - 5	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 11	XSLS010 - 6	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 3 y 11	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI010 - 9	XSLS010 - 3 y 11	XSMI010 - 3

3.3.3. Sólidos Totales Fijos (STF)

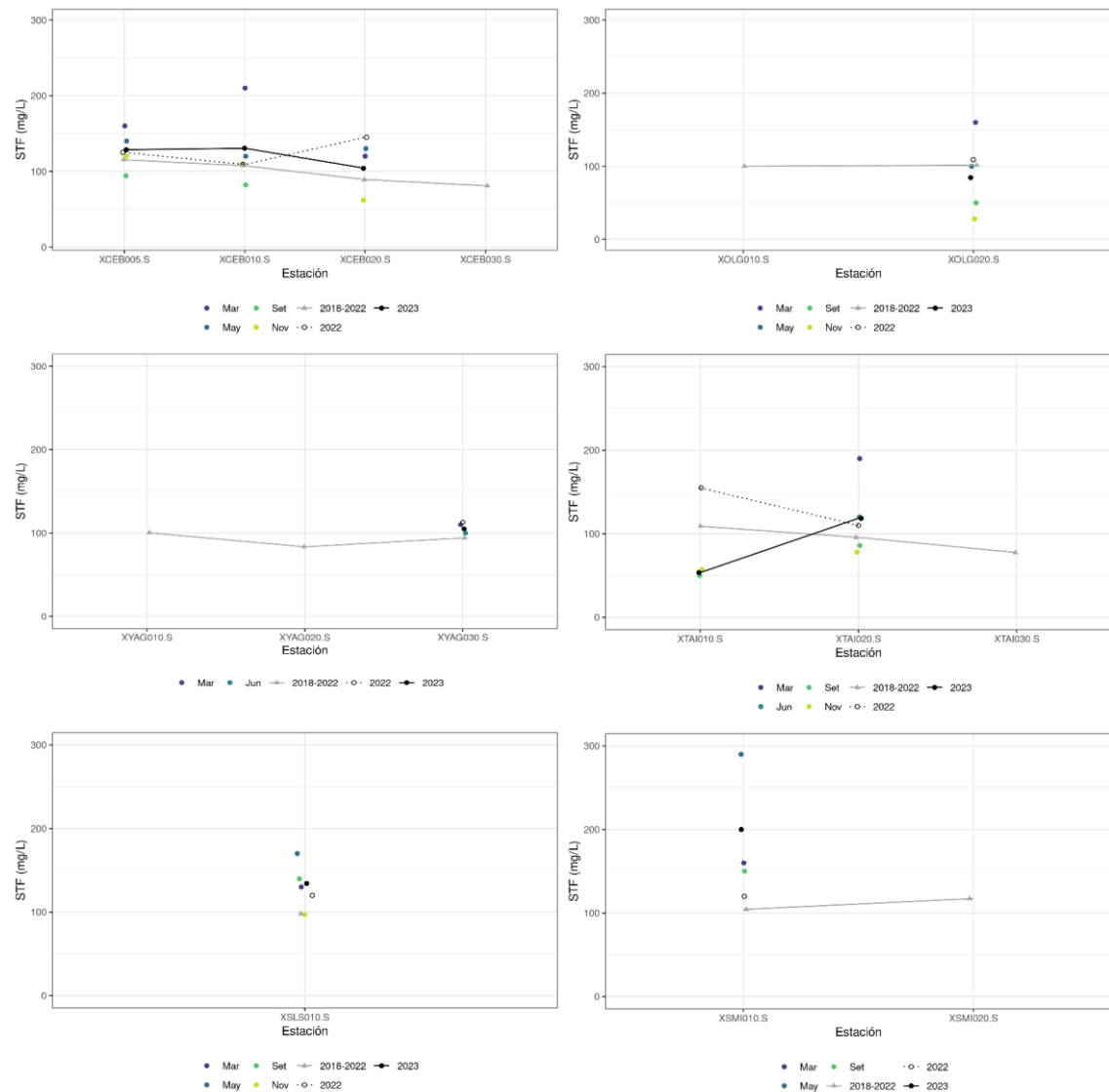


Figura 22. Variación espacial y temporal del STF en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 20. Estadísticas básicas del STF. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	4	2	6	4	3
Unidad: mg/L						
MIN	62	28	100	50	97	150
MAX	210	160	110	190	170	290
PROM	123	85	105	97	134	200
MEDIANA	120	75	105	82	135	160
MIN > Estación - Mes	XCEB020 - 11	XOLG020 - 11	XYAG030 - 6	XTAI0010 - 9	XSLS010 - 11	XSMI010 - 9
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 3	XYAG030 - 3	XTAI020 - 3	XSLS010 - 3	XSMI010 - 5

3.3.4. Sólidos Suspendedos Totales (SST)

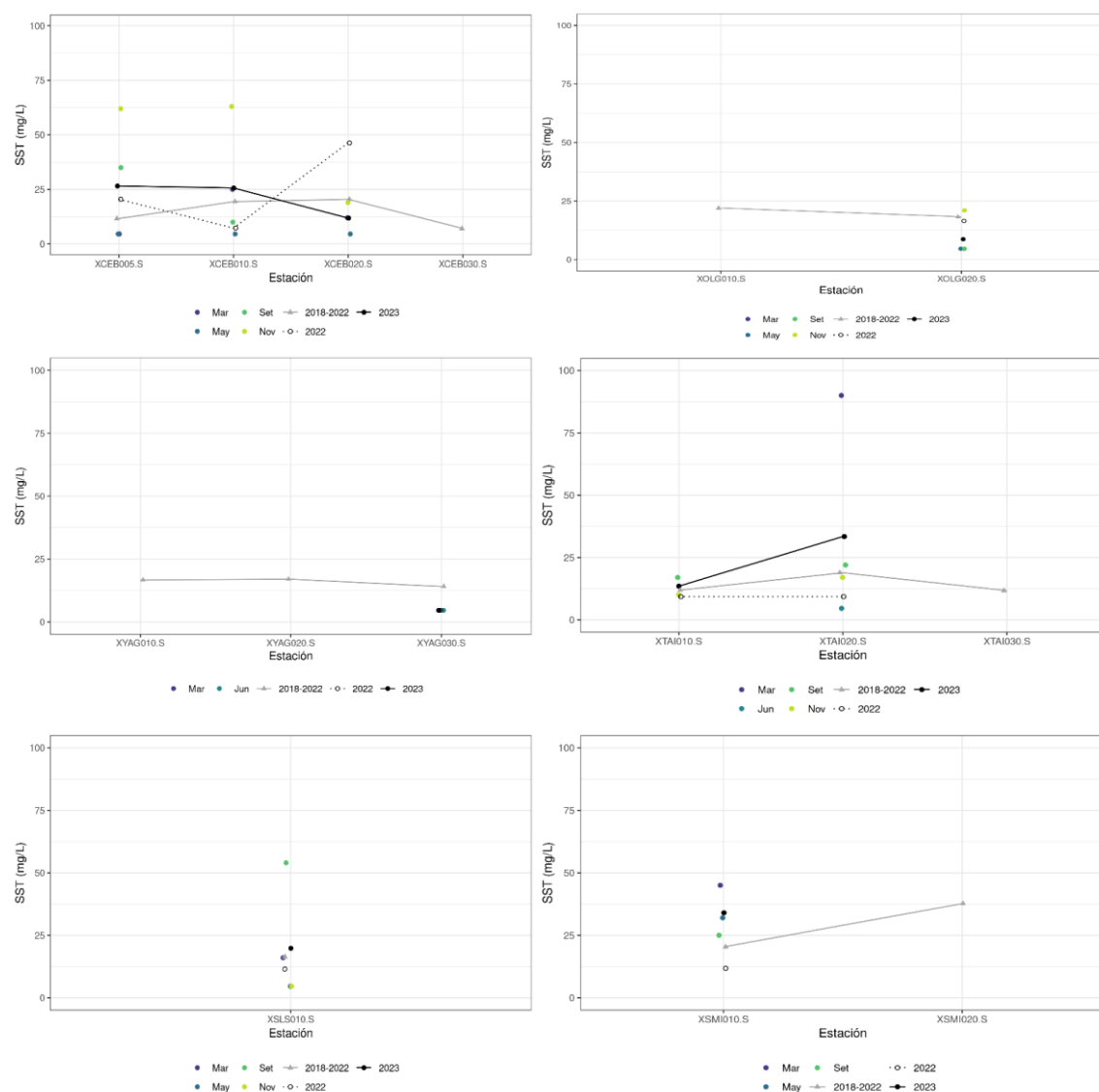


Figura 23. Variación espacial y temporal del SST en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 21. Estadísticas básicas del SST. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual.

	Río Cebollatí	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel	Río Olimar Grande	Río Yaguarón
n	11	6	4	3	4	2
Cuantificados	7	5	2	3	1	0
Unidad: mg/L						
MIN	10	10	16	25	-	-
MAX	63	90	54	45	-	-
PROM	32	31	35	34	-	-
MEDIANA	25	17	35	32	-	-
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 9	XTAI010 - 11	XSLS010 - 3	XSMI010 - 9	-	-
MAX > Estación - Mes	XCEB010 - 11	XTAI020 - 3	XSLS010 - 9	XSMI010 - 5	-	-

3.4. Variables biológicas

3.4.1. Clorofila-*a* (clo_a)

La Clorofila *a* solo fue medida para el punto XOLG020 ya que este parámetro solo es medido en cierres de cuenca y al no haber realizado monitoreos embarcados, solo se pudo medir en este punto. Los valores registrados para para XOLG020, se encontraron entre el límite de detección (0.7 µg/L) y cuantificación (2.2 µg/L).

Ningún valor registrado superó el valor guía de 30 µg/L establecido por la Mesa Técnica del Agua en 2017.

3.4.2. Feofitina

Al igual que la Clorofila *a*, la feofitina solo fue medida en el punto XOLG020, en este todos los valores registrados se encuentran por debajo del límite de detección (1.9 µg/L) y cuantificación (5.6 µg/L).

3.4.3. Coliformes termotolerantes (ColiTrm_MF)

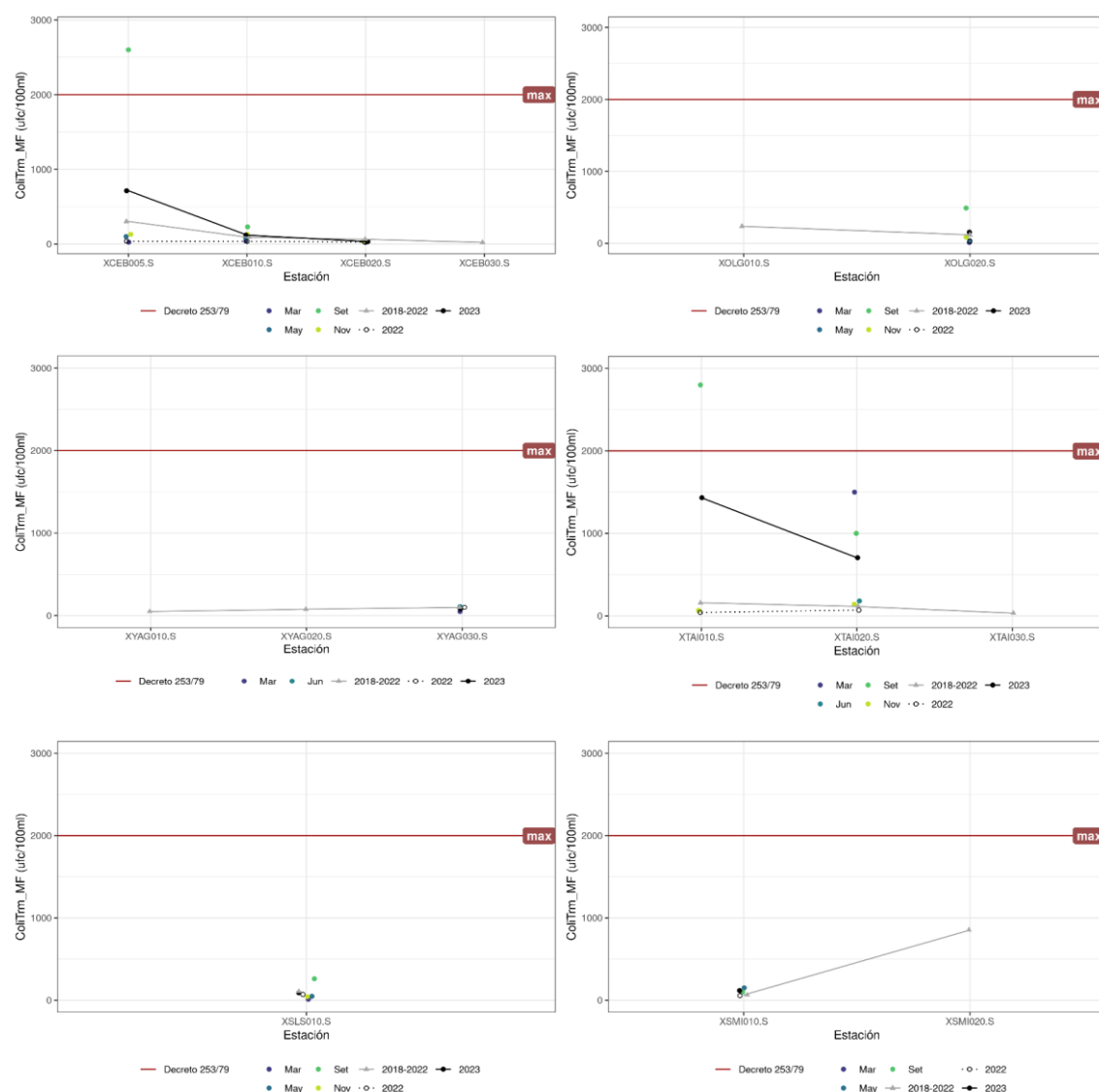


Figura 24. Variación espacial y temporal del ColiTrm_MF en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 224. Estadísticas básicas del ColiTrm_MF. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel
n	11	4	2	6	4	3
Cuantificados	11	3	2	6	3	3
Unidad: UFC/100mL						
MIN	20	34	48	65	42	100
MAX	2600	490	110	2800	260	150
PROM	312	203	79	948	116	117
MEDIANA	78	84	79	590	47	100
MIN > Estación - Mes	XCEB020 - 3	XOLG020 - 5	XYAG030 - 3	XTAI010 - 11	XSLS010 - 11	XSMI010 - 3 y 9
MAX > Estación - Mes	XCEB005 - 9	XOLG020 - 9	XYAG030 - 6	XTAI010 - 9	XSLS010 - 9	XSMI010 - 5
STD y/o VG	2000	2000	2000	2000	2000	2000
No cumplen (n)	1			1		
No cumple - Cumple (%)	9 - 91	0 - 100	0 - 100	17 - 83		0 - 100

3.5. Orgánicos Generales

3.5.1. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

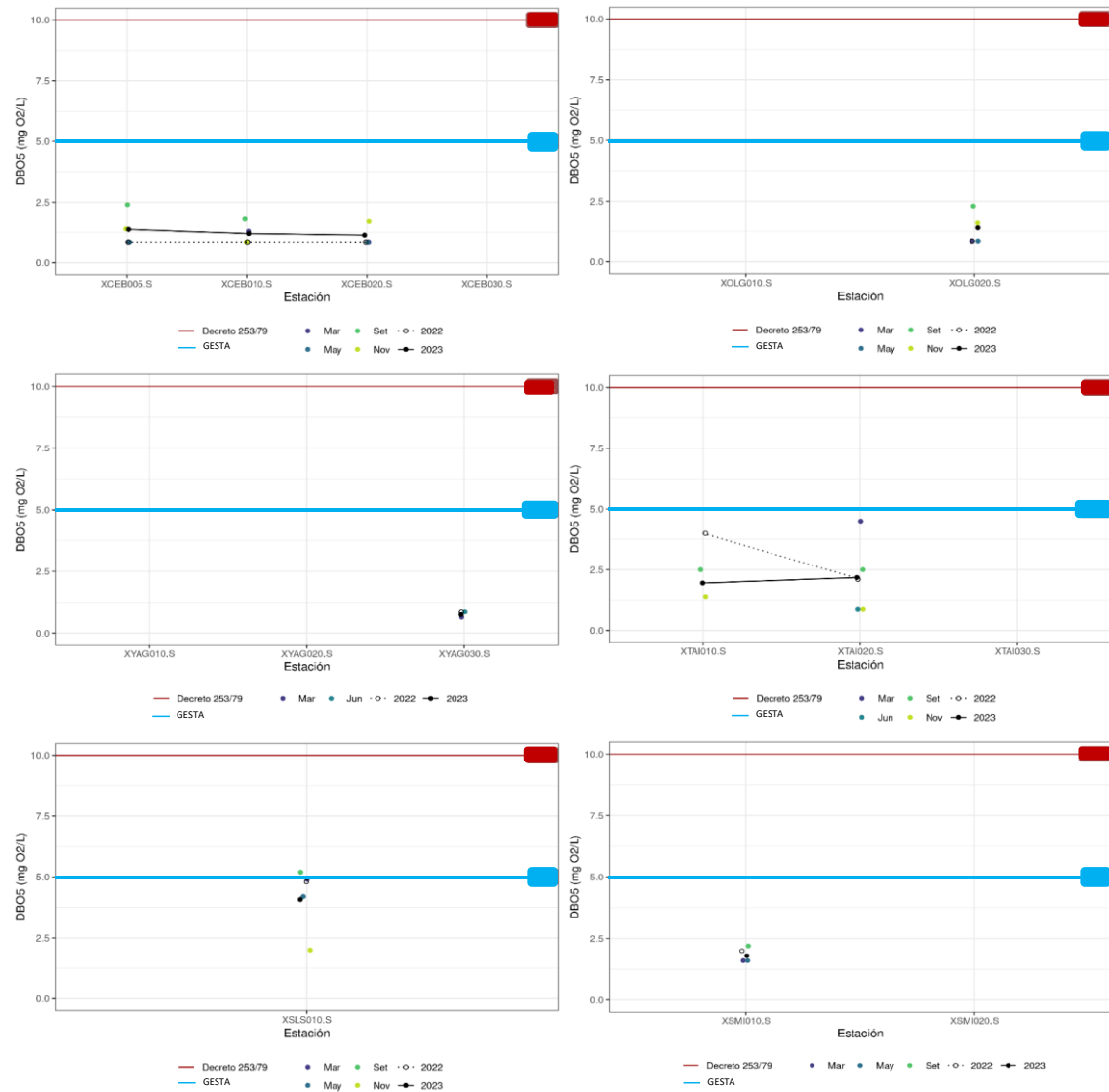


Figura 25. . Variación espacial y temporal del DBO₅ en las subcuencas de la LM, año 2023. 2023: promedio para el año 2023. 2022: promedio para el año 2022. 2018-2022: Promedio para el quinquenio precedente.

Tabla 23. Estadísticas básicas del DBO₅. Ubicación y fecha de valor máximo y mínimo cuantificable de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar (STD) o valor guía (VG), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. STD: Decreto 253/79 (rojo), VG: GESTA agua (celeste), MTA (verde) y AOX (negro).

	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río Tacuarí	Río San Luís	A° San Miguel	Río Yaguarón
n	11	4	6	4	3	2
Cuantificados	5	2	4	4	3	0
Unidad: mg O ₂ /L						
MIN	1.3	1.6	1.4	2.0	1.6	-
MAX	2.4	2.3	4.5	5.2	2.2	-
PROM	1.7	2.0	2.7	4.1	1.8	-
MEDIANA	1.7	2.0	2.5	4.6	1.6	-
MIN > Estación - Mes	XCEB010 - 3	XOLG020 - 11	XTAI010 - 11	XSLS010 - 11	XSMI010 - 3 y 5	-
MAX > Estación - Mes	XCEB005 - 9	XOLG020 - 9	XTAI020 - 3	XSLS010 - 9	XSMI010 - 9	-
STD y/o VG	≤10 y ≤5	≤10 y ≤5	≤10 y ≤5	≤10 y ≤5	≤10 y ≤5	-
No cumplen STD (n)				1		-
No cumplen VG (n)						-
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	25- 75	0 - 100	-

3.6. Compuestos orgánicos

3.6.1. Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)

La gran mayoría de los valores medidos para AOX presentaron valores por debajo del límite de detección (10 µg/L) y cuantificación (17 µg/L). Presentando valores cuantificables para el río Cebollatí en los puntos XCEB005 (33 µg/L en mayo) y XCEB010 (68 µg/L en noviembre), para el río Olimar Grande en el punto XOLG020 para los meses de mayo (37 µg/L) y noviembre (57 µg/L), el río Yaguarón en el punto XYAG030 en el mes de marzo (18 µg/L), el río Tacuarí en el punto XTAI020 en el mes de noviembre (21 µg/L), el río San Luis XSL010 en los meses de marzo (22 µg/L) y mayo (37 µg/L) y finalmente, para el arroyo San Miguel en el punto XSMI010 para el mes de marzo (20 µg/L). En 5 ocasiones se superó el valor guía de la RFA (25 µg/L) en los ríos Cebollatí, Olimar Grande y San Luis.

3.6.2. Parámetros orgánicos

La gran mayoría de los orgánicos analizados presentaron valores por debajo del límite de la técnica. En la tabla 26 se observan los casos para los cuales los orgánicos presentaron resultados por encima del límite de la técnica (tabla 24). En ningún caso se supera el valor límite sugerido por el GESTA Agua.

Tabla 24. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2023.

Punto	XOLG020	XOLG020	XOLG020	XYAG030	XYAG030
Período	MARZO 2023	MAYO 2023	NOVIEMBRE 2023	MARZO 2023	JUNIO 2023
Smzn (µg/L)			0.0037		
Dld (µg/L)		0.0032		0.011	0.0043
Mrx (µg/L)	0.0025			0.0015	
Atr (µg/L)			0.0036	0.02	0.0031
Atrazinadesetil (µg/L)	0.0035			0.0088	
Aztbna (µg/L)	0.3	0.0087		0.34	0.018
Diuron (µg/L)		0.006		0.0025	0.0093
Fpn (µg/L)					0.0054
Ciproconazol (µg/L)	0.0089			0.029	
Cltp (µg/L)		0.0058			0.024
Tebuconazol (µg/L)	0.068			0.1	
Tiametoxam (µg/L)	0.0071	0.0076		0.016	0.019
Metoxifenocida (µg/L)	0.0029			0.0051	0.016
Picoxistrobin (µg/L)				0.0058	
Metolaclo (µg/L)	0.044		0.012	0.07	0.014
Acetamiprid (µg/L)				0.0048	
Clomazone (µg/L)			0.0055	0.028	
pyrazosulfuron_etil (µg/L)			0.0046		
Triciclazol (µg/L)	0.0052			0.014	0.01

3.7. Índices de calidad de Agua

3.7.1. Índice de Estado Trófico (IET)

El IET presentado para el año 2023 muestra (dentro de puntos analizados) que el estado trófico corresponde a la categoría de Eutrófico en su totalidad (tabla 25 a, figura 26). Cabe destacar que no se pudo realizar el índice por falta de datos en más de la mitad de las estaciones de monitoreo, en total el IET se pudo calcular en 7 de 15 estaciones durante el año 2023.

En los 2 años anteriores no se logró calcular el IET en ninguna de las estaciones de monitoreo por falta de datos, pero si se lo compara con el año 2020 (último año con índice) se observa una desmejora en el nivel trófico del ambiente ya que en 2020 es casi en su totalidad Mesotrófico (tabla 25 b).

Tabla 25. a) Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la Cuenca de la Laguna Merín en 2023. b) Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo de la Cuenca de la Laguna Merín el último quinquenio.

a)	PUNTO	ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO	VALORACIÓN
	XCEB005	59.8	
	XCEB010	60.6	
	XCEB020	61.1	
	XCEB030		
	XOLG010		
	XOLG020	60.7	
	XSL010	63.0	
	XSMI010	60.5	
	XSMI020		
	XTAI010		
	XTAI020	61.7	
	XTAI030		
	XYAG010		
	XYAG020		
XYAG030			

b)	PUNTOS	2018	2019	2020	2021	2022
	XCEB005	55.7	54.8	55.9		
	XCEB010	57.5	55.4	58.6		
	XCEB020	58.9	56.8	58.4		
	XCEB030	57.6	55.4	56.2		
	XOLG010	57.1	57.8	59.6		
	XOLG020	59.8	57.3	58.4		
	XSL010	59.6	54.9	56.4		
	XSMI010	55.6	54.6	61.2		
	XSMI020	56.3	58.5	58.6		
	XTAI010	62.9	62.9	65.6		
	XTAI020	58.9	57.2	61.8		
	XTAI030	58.8	57.4	58.0		
	XYAG010		57.5			
	XYAG020		55.7	58.4		
XYAG030	59.8	58.0	58.8			

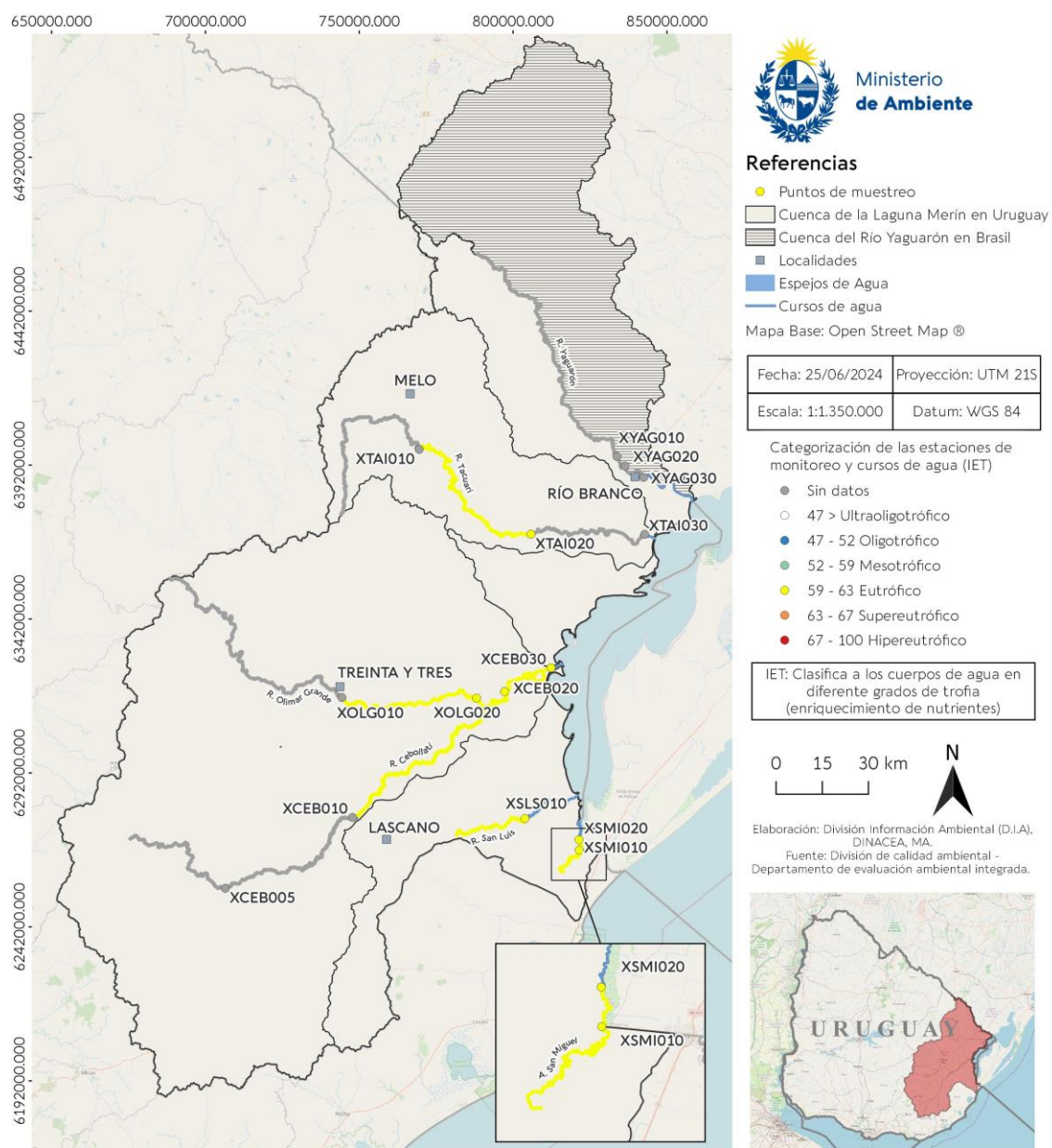


Figura 26. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Estado Trófico (IET) durante 2023. En círculo se observan los puntos de muestreo.

4. INCUMPLIMIENTOS

Se comparan los datos registrados durante el período comprendido en el reporte, con los estándares establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos, las propuestas del grupo GESTA agua, de la Mesa Técnica del Agua y la RFA para AOX. De estas comparaciones resulta que se cumplen los criterios de calidad para el 100% de las muestras de las siguientes variables: Coliformes Termotolerantes, NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a* y los orgánicos analizados.

Se detecta incumplimientos en 8 variables:

- OD presenta un incumplimiento establecido por el Dec. 253/79 en dos ocasiones en el punto XSMI010 en el mes de marzo y XSLS010 en el mes de mayo.
- pH incumple el límite establecido por el Dec. 253/79 en ocho ocasiones, en junio en el punto XTAI020, y en setiembre en los puntos XCEB005, XCEB010, XOLG020, XSMI010, XSLS010, XTAI010 y XTAI020.
- Turbidez presenta dos incumplimientos según el Dec. 253/79 uno para el punto XTAI0020 en el mes de marzo y el otro en el punto XSLS010 en el mes de mayo.
- NT, 16/30 de los valores sobrepasan el límite propuesto por la Mesa Técnica del Agua (1 mg/L).
- PT, 28/30 valores exceden el estándar utilizado (70 µg/L), propuesto por la Mesa Técnica del Agua.
- Coliformes termotolerantes exceden el valor límite del Dec. 253/79 para un valor puntual en el mes de setiembre en el punto XCEB005.
- DBO₅ sobrepasa el valor guía del GESTA agua en el punto XSLS010 en el mes de setiembre.
- AOX sobrepasa el valor guía de la RFA en 5 oportunidades para el mes de mayo en los puntos XCEB005, XOLG020, y XSLS010 y para el mes de mayo en los puntos XCEB010 y XOLG020. XYAG030 en el mes de noviembre.

5. SÍNTESIS

Esta síntesis se basa en las 4 campañas de muestreos realizados en el año 2023 que se realizaron sin los puntos embarcados dadas las condiciones climáticas durante las campañas de monitoreo. Por esta razón y por no contar con los parámetros suficientes no se pudo calcular el IQA para este año.

En el sector norte de la cuenca que involucra las desembocaduras de los ríos Yaguarón y Tacuarí, se observa el fuerte incumplimiento de las variables NT y PT, además que se observaron incumplimientos del pH para el río Tacuarí tanto en junio como setiembre y de la turbidez en marzo. En cuanto al IET, solo pudo ser calculado para un punto en el río Tacuarí y presenta un estado eutrófico.

El sector medio recibe la descarga del río Cebollatí (con el río Olimar Grande incluido). El Olimar Grande presenta un incumplimiento total del PT, mientras que el Cebollatí presenta incumplimientos parciales del PT. El NT solo se incumple en dos ocasiones en el río Cebollatí en los 2 puntos más cercanos a la naciente. En ambos ríos el pH presenta incumplimientos parciales, dado que presenta para esta subcuenca 3 valores menores al mínimo aceptables. Los AOX presentan 2 valores por encima del valor guía en el río Cebollatí, uno en cuenca alta y otro en cuenca media, además también supera el valor guía en la cuenca baja del río Olimar Grande en una ocasión. En el río Cebollatí se presenta un incumplimiento de los coliformes termotolerantes en la cuenca alta. Finalmente, el IET se pudo calcular en la mayoría de los puntos de estos 2 ríos, el cual presenta un estado correspondiente al eutrófico.

En el sector sur, el río San Luis y el arroyo San Miguel descargan un caudal inferior en la laguna. El San Miguel presenta incumplimiento total para el NT y PT, además presenta incumplimientos parciales en las variables OD y pH. El San Luis, por su parte presenta incumplimientos totales en dos variables NT y PT y presenta incumplimientos parciales y/o supera valores guía para el pH en el mes de setiembre, Turbidez en el mes de mayo, DBO₅ en setiembre y los AOX en el mes de mayo. En este sector solo se pudo calcular el IET en un punto solo en el arroyo San Miguel, el cual presenta un estado eutrófico para este año.

Cabe destacar que se cumplen los criterios de calidad para el 100% de las muestras de las siguientes variables: NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a* y orgánicos analizados.

Los orgánicos presentan valores que en líneas generales no superan el límite de la técnica. En los casos que se presentaron valores cuantificables no se observan riesgos para el estado de la cuenca dado sus concentraciones bajas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achkar, M.; Domínguez, A. & F. Pesce (2012) Cuenca de la Laguna Merín. Aportes para la discusión ciudadana. Amigos de la tierra (ed): 30pp
- Beltrame, L. F. S. & Tucci, C. E. M. (Organizadores) (1998) Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas-IPH/UFRGS. Vol. 1. 128p.
- CCME (2010) Canadian Environmental Quality Guidelines Canadian Council of Ministers of the Environment. <https://ccme.ca/en>
- FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS), 2021. Relatório da qualidade da água superficial do estado do Rio Grande do Sul. 87pp
- GEMS/Agua (1994). Guía operativa. 3a Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.
- Grupos de Estandarización (GESTA) Agua (2014). Propuesta de modificación del Decreto 253/79 "Normas reglamentarias para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas". MVOTMA, DINAMA.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2019). Estadísticas y resumen de la zafra 18-19. Base de datos empresas arroceras. Último acceso: 11/9/2021, <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/programas-nacionales-de-investigaci%C3%B3n/Programa-Nacional-de-Investigacion-en-Produccion-de-Arroz/informes-de-zafra>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2021). Evaluación tecnológica y productiva de la zafra de arroz 2021. Última consulta 10/11/2021 <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/programas-nacionales-de-investigaci%C3%B3n/Programa-Nacional-de-Investigacion-en-Produccion-de-Arroz/informes-de-zafra>
- 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 (1998). LAWA-Verfahren zur "Chemischen Gewässerklassifikation" [LAWA procedure for "chemical classification of bodies of water"], 1998
- Mesa Técnica del Agua (2017). Documento técnico N° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales. Inf. Tec.: 48 pp.
- MA (2021). Evolución de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2016-2020. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>
- MA (2021). Región hidrográfica de la Laguna Merín. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/region-hidrografica-laguna-merin>
- MVOTMA (2017). Plan Nacional de Aguas. MVOTMA – DINAGUA: 326 pp.
- MVOTMA (2017). Informe de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2014-2016. MVOTMA-DINAMA. 76 pp. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>
- MVOTMA (2019). Informe de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2018 MVOTMA-DINAMA. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>

- 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
- PROBIDES (2002) Bases para un Plan de Manejo de la Laguna Merin. Documentos de Trabajo – N° 40, PROBIDES, Reserva de Biosfera Bañados del Este. UE/PNUD/GEF, Rocha, Uruguay
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. Elsevier Academic Press. Third Edition, 1006pp.