



Ministerio
de Ambiente

Monitoreo de Calidad del Agua Cuenca de la Laguna Merín 2022



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
Guillermo Cervetto
Natalie Corrales
Carolina Ferrer
Javier Martínez
Facundo Lepillanca
Belen 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	17
3.1. Variables <i>in situ</i>	17
3.1.1 Temperatura	17
3.1.2. Conductividad	17
3.1.3. Oxígeno disuelto (OD)	18
3.1.4. pH	18
3.1.5. Transparencia	18
3.1.6. Turbidez	19
3.2. Inorgánicos no metales	19
3.2.1. Nitrato (NO ₃)	19
3.2.2. Nitrito (NO ₂)	19
3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH ₄)	20
3.2.4. Amoníaco libre (NH ₃)	20
3.2.5. Nitrógeno total (NT)	20
3.2.6. Fósforo reactivo (PO ₄)	21
3.2.7. Fósforo total PT	21
3.3. Sólidos	21
3.3.1. Sólidos Totales (STT)	21
3.3.2. Sólidos Totales Volátiles (STV)	22
3.3.3. Sólidos Totales Fijos (STF)	22
3.3.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST)	22
3.4. Variables biológicas	23
3.4.1. Clorofila- <i>a</i> (clo_a)	23
3.4.2. Feofitina	23
3.4.3. Coliformes termotolerantes (ColiTerm_MF)	23
3.5. Orgánicos Generales	24
3.5.1. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	24
3.6. Compuestos orgánicos	24

3.6.1. Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	24
3.6.2. Parámetros orgánicos	25
4. INCUMPLIMIENTOS	26
5. SÍNTESIS	26
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

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. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.	4
Figura 4. Subcuenca: río Tacuarí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.	5
Figura 5. Subcuenca: río Cebollatí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.	6
Figura 6. Subcuenca, río Olimar Grande. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.....	7
Figura 7. Subcuenca: río San Luis y del Ao. San Miguel. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.....	8

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 y otros.....	11
Tabla 3. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente 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. Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo	16
Tabla 8. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA	16
Tabla 9. Cantidad de muestras tomadas para la variable Temperatura,	17
Tabla 10. Cantidad de muestras tomadas para la variable Conductividad	17
Tabla 11. Cantidad de muestras tomadas para la variable OD.	18
Tabla 12. Cantidad de muestras tomadas para la variable pH	18
Tabla 13. Cantidad de muestras tomadas para la variable Turbidez.	19
Tabla 14. Cantidad de muestras tomadas para la variable NO ₃	19
Tabla 15. Cantidad de muestras tomadas para la variable NH ₄	20
Tabla 16. Cantidad de muestras tomadas para la variable NH ₃	20
Tabla 17. Cantidad de muestras tomadas para la variable NT	20
Tabla 18. Cantidad de muestras tomadas para la variable PO ₄	21

Tabla 19. Cantidad de muestras tomadas para la variable PT.....	21
Tabla 20. Cantidad de muestras tomadas para la variable STT	21
Tabla 21. Cantidad de muestras tomadas para la variable STV.....	22
Tabla 22. Cantidad de muestras tomadas para la variable STF	22
Tabla 23. Cantidad de muestras tomadas para la variable SST	22
Tabla 24. Cantidad de muestras tomadas para la variable clo_a	23
Tabla 25. Cantidad de muestras tomadas para la variable ColiTerm_MF.....	23
Tabla 26. Cantidad de muestras tomadas para la variable DBO5	24
Tabla 27. Cantidad de muestras tomadas para la variable AOX.....	24
Tabla 28. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2022.	25

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca binacional de la Laguna Merín 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 (MVOTMA, 2017, 2019; 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).

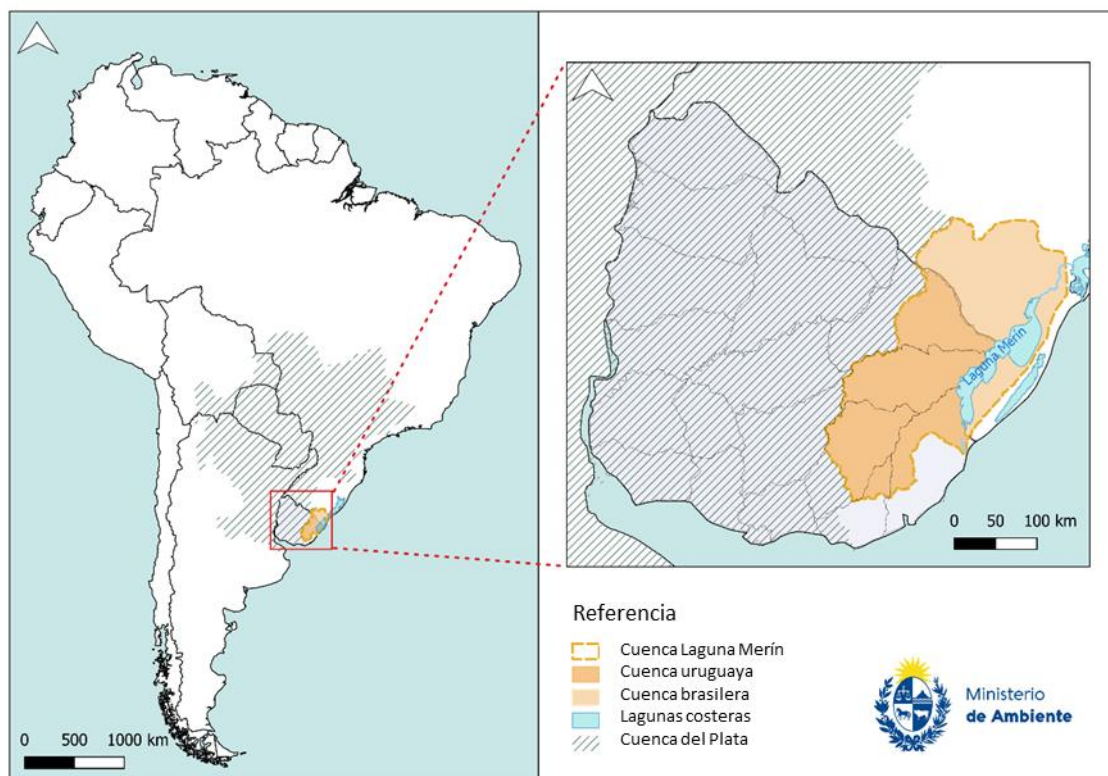


Figura 1. Cuenca de la Laguna Merín.

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).

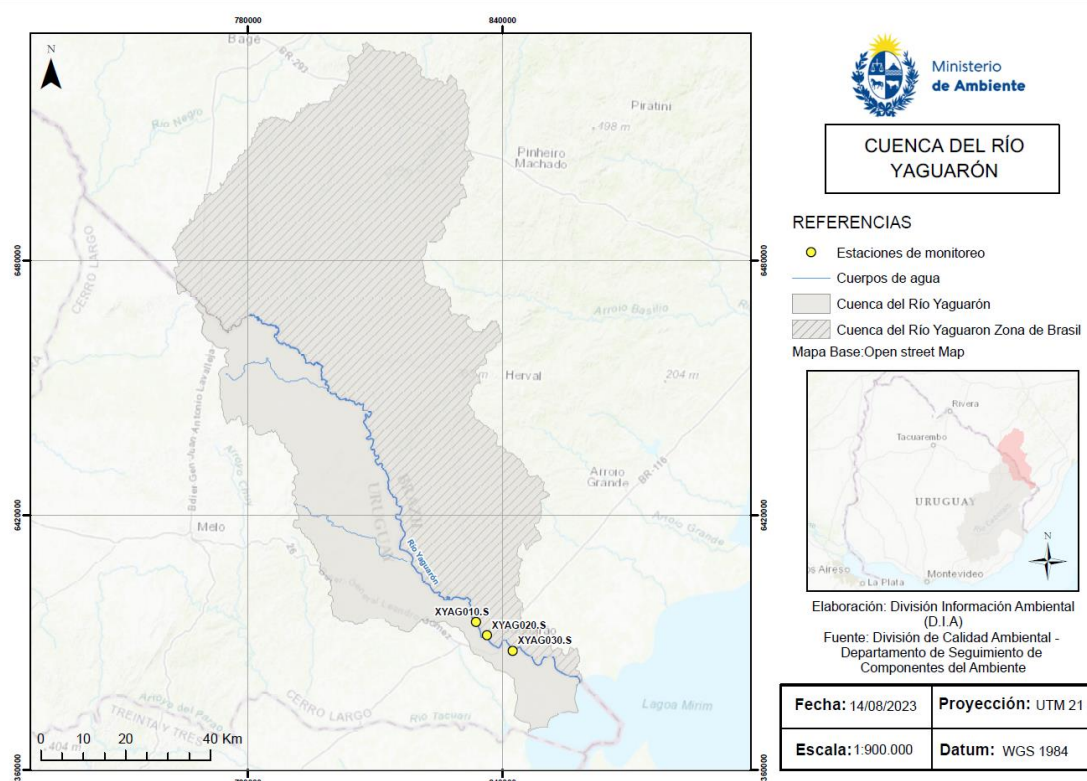


Figura 3. Subcuenca: río Yaguarón. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

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.

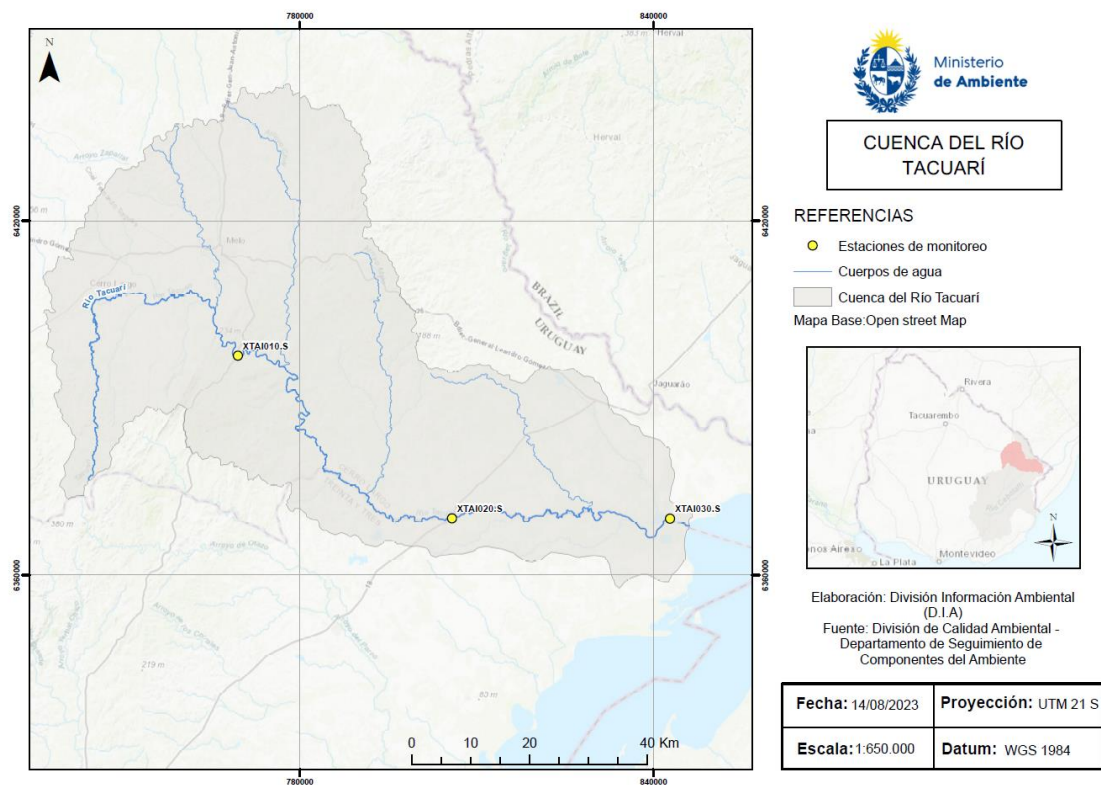


Figura 4. Subcuenca: río Tacuarí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

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 Llavallée, 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.

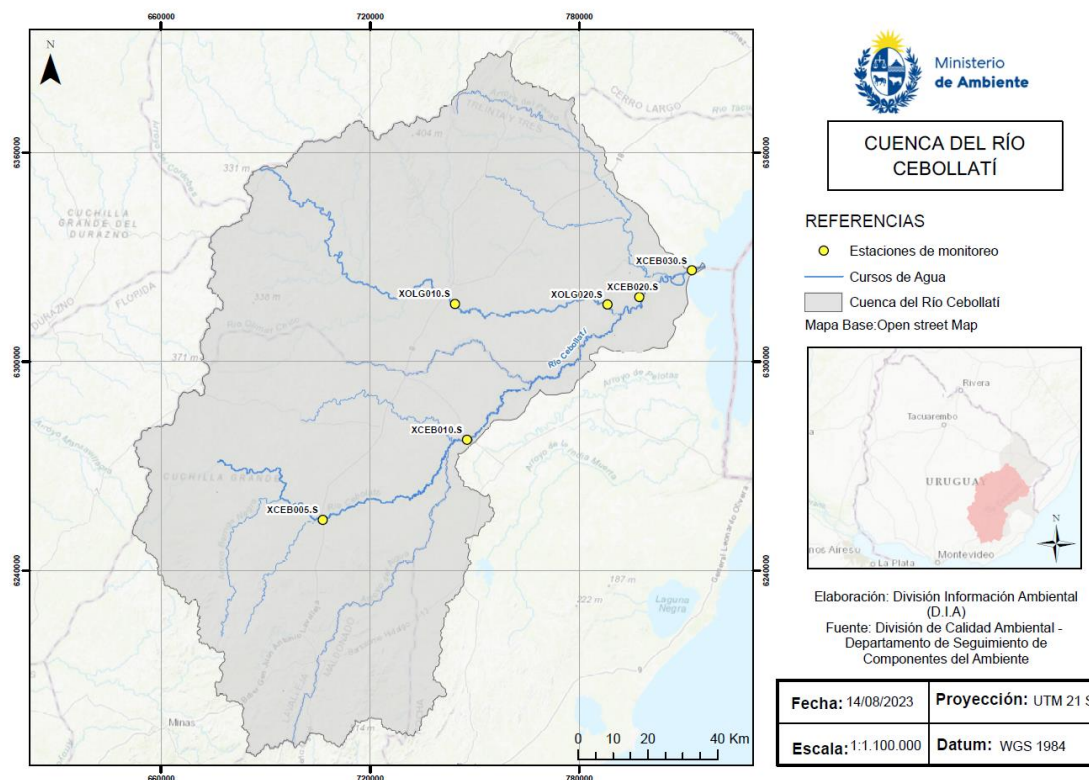


Figura 5. Subcuenca: río Cebollatí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

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.

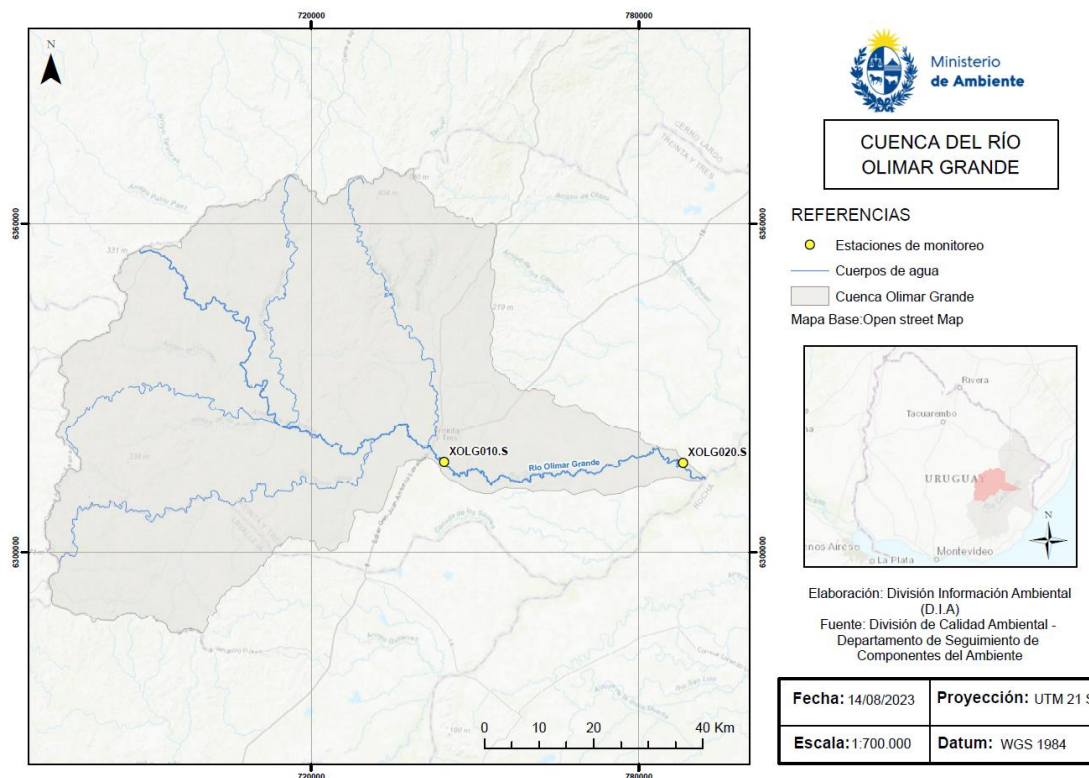


Figura 6. Subcuenca, río Olimar Grande. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

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.

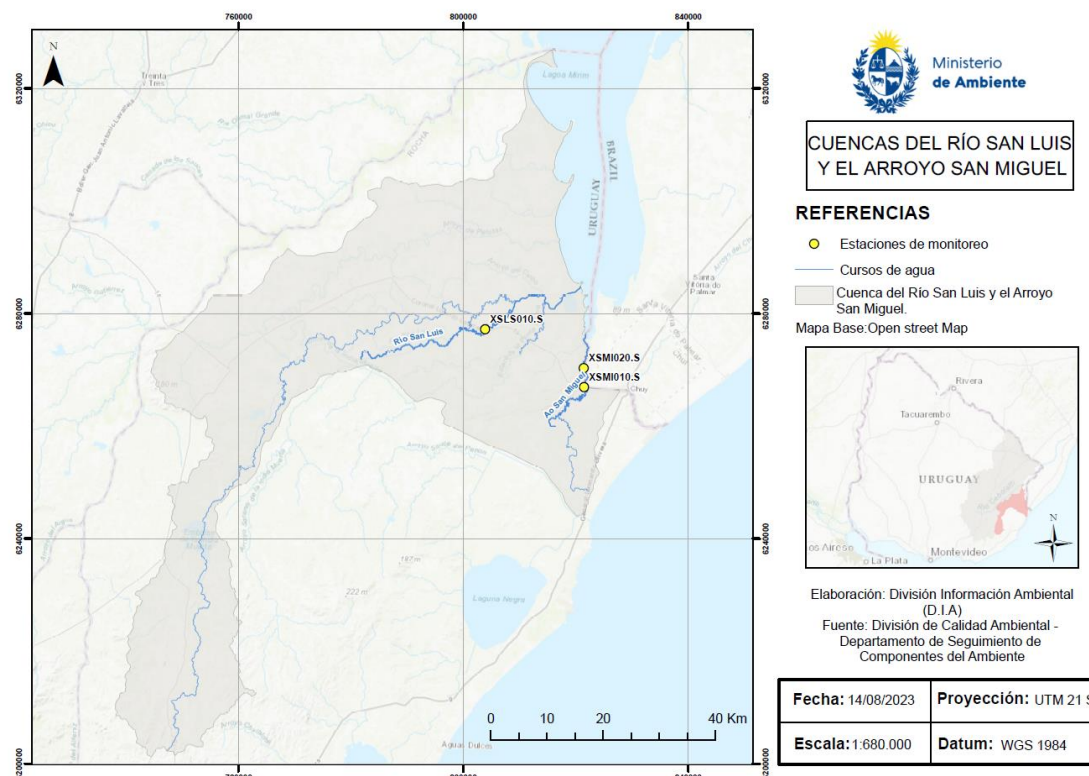


Figura 7. Subcuenca: río San Luis y del Ao. San Miguel. Círculos amarillos representan los puntos monitoreados en la cuenca.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Campañas de monitoreo

En el período 2022 se realizaron 2 campañas de las 4 planificadas (setiembre y diciembre). Dado problemas logísticos las primeras 2 campañas del año se debieron suspender. Tanto en la campaña de setiembre como en la de diciembre no se realizó el monitoreo embarcado. Como consecuencia de la bajante de los ríos, no se muestrearon los puntos XCEB030.S, XOG010.S, XYAG010.S, XYAG020.S ni XTAI030.S (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 cierras de cuenca.

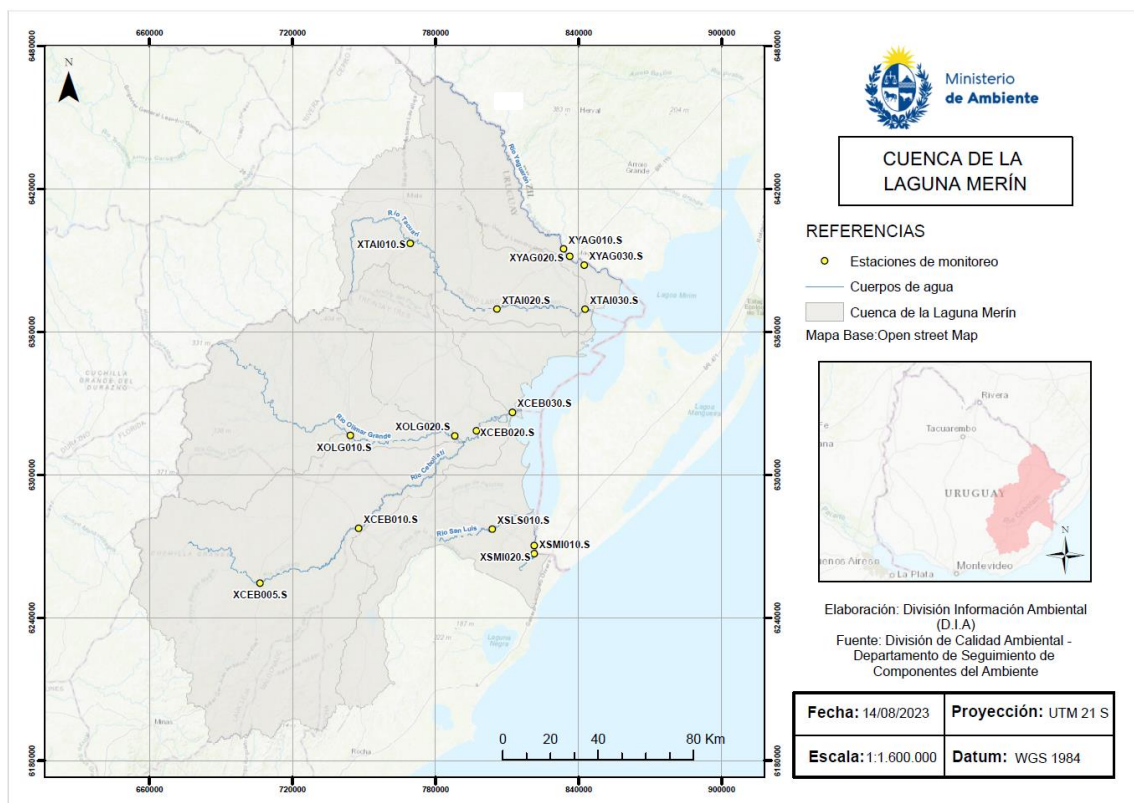


Figura 8. Localización de las estaciones de monitoreo en la cuenca de la Laguna Merín, en sus respectivos cauces de agua (líneas azules).

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: primer letra indica que es un curso lótico (X), el siguiente grupo de tres letras indican el nombre abreviado del curso, luego se describe el número del sitio y la última letra representa que la toma de muestra fue de aguas superficiales (.S).

Código anterior	Estación (código nuevo)	Latitud	Longitud	Descripción	Tipo de estación
SL1	XSL010.S	-33.601824	-53.725131	Río San Luis – Puente sobre ruta 19, próximo a localidad San Luis al Medio.	Impacto
SM1	XSMI010.S	-33.689167	-53.531944	Arroyo San Miguel – Puente ruta 19 a 5.5 Km de la ciudad de Chuy.	Tendencia
SM2	XSMI020.S	-33.658870	-53.533630	Arroyo San Miguel – Entrada canal arrocería, navegación 5Km aguas arriba de ruta 19.	Impacto
C0	XCEB005.S	-33.829494	-54.768973	Río Cebollatí – Puente Ruta 8, aprox. 76 Km al sur de la ciudad de Treinta y Tres.	Tendencia
C1	XCEB010.S	-33.613292	-54.328810	Río Cebollatí – Puente Ruta 14 próximo a localidad Averías.	Impacto
C2	XCEB020.S	-33.232095	-53.810336	Río Cebollatí – 4 Km aguas arriba de La Charqueada, ingreso por camino La Quemada.	Tendencia
C3	XCEB030.S	-33.158403	-53.651085	Río Cebollatí – Desembocadura en Laguna Merín	Tendencia
O1	XOLG010.S	-33.263061	-54.376490	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
O2	XOLG020.S	-33.253828	-53.906997	Río Olimar – Ingreso a aprox. 13 Km de “La Charqueada” por ruta 17.	Tendencia
T1	XTAI010.S	-32.530523	-54.130611	Río Tacuarí - Puente Ruta 8 próximo a localidad Arachania.	Impacto
T2	XTAI020.S	-32.769215	-53.735161	Río Tacuarí - Puente Ruta 18 próximo a localidad Plácido Rosas.	Tendencia
T3	XTAI030.S	-32.758844	-53.341039	Río Tacuarí - Desembocadura de cursos Tacuarí y Grande en Laguna Merín.	Tendencia
Y1	XYAG010.S	-32.533749	-53.446399	Río Yaguarón – Aprox. 12 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
Y2	XYAG020.S	-32.560983	-53.417588	Río Yaguarón – Aprox. 6 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
Y3	XYAG030.S	-32.592484	-53.351744	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.S, XOLG020.S, XTAI030.S, XYAG030.S, XSMI020.S; 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 253/979 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 de 25 µg/L, 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)

	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 NO3-N/L	≤10	≤5		
	Nitrito	NO ₂	mg NO2-N/L		≤0.1		
	Nitrógeno amoniacal	Namoniacal	mg NH4 - 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 PO4-P/L			<35	
	Fósforo total	PT	μg P/L	≤25	≤70		
Biológicas	Clorofila a	ClorofilaA	μg/L			<30	
	Feofitina	FeofitinaA	μg/L				
	Coliformes termotolerantes (Membrana Filtrante)	TermoTMF	UFC/100mL	≤2000 +			
Orgánicos generales	Demanda biológica de oxígeno	DBO5	mg/L	≤10	≤5		
	Compuestos halogenados adsorbibles	AOX	μg/L				<25 **

para aguas superficiales de clase 3, normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo, Mesa Técnica del Agua (2017) y otros.

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.

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				
	Cihalofof butil	Cihalofof_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	Glif	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				

** República Federal de Alemania.

Mesa Técnica = Mesa Técnica del Agua. 2017.

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	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Conductividad	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Temperatura	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	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			•				•		•			•			•
	Metolacoloro			•				•		•			•			•
	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	

El Índice de Calidad de Agua (IQA) fue adaptado por CETESB (Brasil), a partir del Water Quality Index (WQI) desarrollado por la NSF (EEUU). Las variables utilizadas para el cálculo del IQA son 8: pH, % saturación de oxígeno, DBO₅, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y Coli Termo. La fórmula del IQA adaptada por CETESB (Brasil) es la siguiente:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Dónde:

IQA: Índice de Calidad de Agua (valor entre 0 y 100)

q_i: calidad de cada parámetro, número entre 0 y 100, obtenido de la curva media de variación de calidad, en función de su concentración.






W_i: Peso correspondiente a cada parámetro, número entre 0 y 1 atribuido en función de la importancia de cada parámetro en la conformación global de calidad (Tabla 7).

Tabla 7. Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo

Parámetro	Peso (W)
Oxígeno Disuelto	0.17
Coliformes Termotolerantes	0.15
pH	0.12
DBO ₅	0.1
Δ Temperatura	0.1
NT	0.1
PT	0.1
Turbidez	0.08

El IQA presenta la escala de calidad del agua con cinco categorías (Tabla 8).

Tabla 8. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA

Rangos de IQA utilizados	Valoración	Representación cromática
91-100	Excelente	
71-90	Buena	
51-70	Media	
26-50	Mala	
0-25	Muy Mala	

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 2022. Se dispone de datos provenientes de 2 campañas de monitoreo de agua para el período de estudio.

3.1. Variables *in situ*

3.1.1 Temperatura

Tabla 9. Cantidad de muestras tomadas para la variable Temperatura, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

Temperatura (°C)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luís	2	2	XSL010.S	15.5	26.8
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	15.7	26.8
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	14.9	25.7
			XCEB010.S	16.2	27
			XCEB020.S	15.5	25.1
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	15.2	25.3
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	15.9	24.6
			XTAI020.S	16	25
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	19.4	27.5

3.1.2. Conductividad

Tabla 10. Cantidad de muestras tomadas para la variable Conductividad, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

Conductividad (µS/cm)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luís	2	2	XSL010.S	116.8	153.7
A° San Miguel	2	5	XSMI010.S	155.2	290.9
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	206.8	227.9
			XCEB010.S	191	207.2
			XCEB020.S	148.9	192.7
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	115.7	189.8
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	177.9	344.8
			XTAI020.S	138.9	166.2
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	105.1	193.2

3.1.3. Oxígeno disuelto (OD)

Tabla 11. Cantidad de muestras tomadas para la variable OD, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

Oxígeno disuelto (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís	2	2	XSL010.S	8.84	7.28	5	-	0 - 100
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	8.48	3.59		1	50 - 50
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	9.73	7.51		-	0 - 100
			XCEB010.S	9.59	7.32			
			XCEB020.S	9.68	7.21			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	9.62	6.55		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	8.56	8.68		-	0 - 100
			XTAI020.S	9.47	6.78			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	9.51	9.46		-	0 - 100

3.1.4. pH

Tabla 12. Cantidad de muestras tomadas para la variable pH, cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

pH (sin unidad)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís	2	2	XSL010.S	6.49	7.54	6.5 - 8.5	1	50 - 50
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	6.42	7.05		1	50 - 50
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	7.28	7.55		-	0 - 100
			XCEB010.S	7.12	7.47			
			XCEB020.S	7.16	7.74			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	7.05	7.38		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	7.42	8.32		-	0 - 100
			XTAI020.S	6.97	7.35			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	7.27	7.92		-	0 - 100

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 el muestreo de setiembre dado que el turbidímetro se encontraba fuera de funcionamiento en ese momento.

Tabla 13. Cantidad de muestras tomadas para la variable Turbidez, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

Turbidez (NTU)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	1	1	XSL010.S		22.1	50	-	0 - 100
A° San Miguel	1	1	XSMI010.S		19.4		-	0 - 100
Río Cebollatí	3	3	XCEB005.S		7.14		-	0 - 100
			XCEB010.S		18.7			
			XCEB020.S		18.1			
Río Olimar Grande	1	1	XOLG020.S		13		-	0 - 100
Río Tacuarí	2	2	XTAI010.S		9.57		-	0 - 100
			XTAI020.S		16.6			
Río Yaguarón	1	1	XYAG030.S		28.8		-	0 - 100

3.2. Inorgánicos no metales

3.2.1. Nitrato (NO₃)

Tabla 14. Cantidad de muestras tomadas para la variable NO₃, valores cuantificados, no cuantificados (fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

NO3 (mg NO3-N/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	1	XSL010.S	0.19	0.03	10 y 5	-	0 - 100
A° San Miguel	2	0	XSMI010.S	0.03	0.03		-	0 - 100
Río Cebollatí	6	2	XCEB005.S	0.03	0.03		-	0 - 100
			XCEB010.S	0.03	0.07			
			XCEB020.S	0.09	0.03			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	0.15	0.11		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	3	XTAI010.S	0.53	0.03		-	0 - 100
			XTAI020.S	0.14	0.06			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	0.12	0.15		-	0 - 100

3.2.2. Nitrito (NO₂)

El NO₂ para la gran mayoría de los casos dio valores por debajo del límite de detección (0,0015 mg/L) y cuantificación (0,0046 mg/L). Solo para cuatro estaciones presentó valores cuantificables, en el arroyo San Luí en setiembre y diciembre (0.0056 mg/L y 0.021 mg/L respectivamente), en el río Olimar Grande en el mes de diciembre (0.0052 mg/L) y en el río Yaguarón en el mes de diciembre (0.007 mg/L). En ninguno de los casos superó el estándar del Dec. 253/79.

3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH₄)

Tabla 15. Cantidad de muestras tomadas para la variable NH₄, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

NH ₄ (mg NH ₄ -N/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	2	XSL010.S	0.140	0.089	0.5	-	0 - 100
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	0.057	0.270		-	0 - 100
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	0.029	0.040		-	0 - 100
			XCEB010.S	0.064	0.058			
			XCEB020.S	0.036	0.100			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	0.110	0.200		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	0.088	0.050		-	0 - 100
			XTAI020.S	0.066	0.076			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	0.170	0.230		-	0 - 100

3.2.4. Amoníaco libre (NH₃)

Tabla 16. Cantidad de muestras tomadas para la variable NH₃, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

NH ₃ (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	2	XSL010.S	0.0001	0.0021	0.02	-	0 - 100
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	0.00004	0.0021		-	0 - 100
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	0.0002	0.0009		-	0 - 100
			XCEB010.S	0.0003	0.0012			
			XCEB020.S	0.0002	0.0032			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	0.0003	0.0029		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	0.0007	0.0055		-	0 - 100
			XTAI020.S	0.0002	0.0010			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	0.0012	0.0131		-	0 - 100

3.2.5. Nitrógeno total (NT)

Tabla 17. Cantidad de muestras tomadas para la variable NT, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

NT (mg N/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	2	XSL010.S	1.85	1.38	1	2	100 - 0
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	1.16	1.99		2	100 - 0
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	0.54	0.50		-	0 - 100
			XCEB010.S	0.63	0.72			
			XCEB020.S	0.93	0.74			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	0.87	1.57		1	50 - 50
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	1.20	1.59		3	75 - 25
			XTAI020.S	0.85	1.42			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	0.94	1.13		1	50 - 50

3.2.6. Fósforo reactivo (PO₄)

Tabla 18. Cantidad de muestras tomadas para la variable PO₄, valores cuantificados, no cuantificados (fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor del estándar o valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

PO ₄ (µg PO ₄ -P/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	2	XSL010.S	89	60	35	2	100 - 0
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	29	110		1	50 - 50
Río Cebollatí	6	5	XCEB005.S	11	27		3	50 - 50
			XCEB010.S	30	59			
			XCEB020.S	41	78			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	43	88		2	50 - 50
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	83	380		4	100 - 0
			XTAI020.S	100	69			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	48	98		2	100 - 0

3.2.7. Fósforo total PT

Tabla 19. Cantidad de muestras tomadas para la variable PT, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

PT (µg P/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luí	2	2	XSL010.S	150	98	70	2	100 - 0
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	72	150		2	100 - 0
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	65	51		3	50 - 50
			XCEB010.S	69	85			
			XCEB020.S	140	100			
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	95	120		2	100 - 0
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	130	470		4	100 - 0
			XTAI020.S	140	150			
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	110	140		2	100 - 0

3.3. Sólidos

3.3.1. Sólidos Totales (STT)

Tabla 20. Cantidad de muestras tomadas para la variable STT, valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

STT (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luí	2	2	XSL010.S	200	210
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	190	300
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	190	230
			XCEB010.S	200	250
			XCEB020.S	230	260
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	160	260
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	190	310
			XTAI020.S	170	200
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	140	240

3.3.2. Sólidos Totales Volátiles (STV)

Tabla 21. Cantidad de muestras tomadas para la variable STV, cantidad de valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

STV (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luís	2	2	XSL010.S	200	210
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	190	300
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	190	230
			XCEB010.S	200	250
			XCEB020.S	230	260
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	160	260
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	190	310
			XTAI020.S	170	200
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	140	240

3.3.3. Sólidos Totales Fijos (STF)

Tabla 22. Cantidad de muestras tomadas para la variable STF, cantidad de valores cuantificados y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

STF (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luís	2	2	XSL010.S	130	110
A° San Miguel	2	2	XSMI010.S	60	180
Río Cebollatí	6	6	XCEB005.S	110	140
			XCEB010.S	78	140
			XCEB020.S	150	140
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	88	130
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	120	190
			XTAI020.S	100	120
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	86	140

3.3.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Tabla 23. Cantidad de muestras tomadas para la variable SST, cantidad de valores cuantificados, no cuantificados (fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022.

SST (mg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre
Río San Luís	2	2	XSL010.S	11.0	12.0
A° San Miguel	2	1	XSMI010.S	4.6	19.0
Río Cebollatí	6	4	XCEB005.S	16.0	25.0
			XCEB010.S	10.0	4.6
			XCEB020.S	88.0	4.6
Río Olimar Grande	2	2	XOLG020.S	21.0	12.0
Río Tacuarí	4	2	XTAI010.S	4.6	14.0
			XTAI020.S	4.6	14.0
Río Yaguarón	2	0	XYAG030.S	4.6	4.6

3.4. Variables biológicas

3.4.1. Clorofila-*a* (clo_a)

Los valores registrados de Clorofila-*a* se encontraron entre el límite de detección (0.7 µg/L) y cuantificación (2.2 µg/L) en su gran mayoría, exceptuando una ocasión en el punto XOLG020.S en diciembre presentando el valor de 2,3 µg/L.

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

Tabla 24. Cantidad de muestras tomadas para la variable clo_a, cantidad de valores cuantificados y no cuantificados (LC representado con fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

Clo_a (µg/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís	0	0	XSL010.S			30	-	0 - 100
A° San Miguel	0	0	XSMI010.S				-	0 - 100
Río Cebollatí	0	0	XCEB005.S				-	0 - 100
			XCEB010.S					
			XCEB020.S					
Río Olimar Grande	2	1	XOLG020.S	1.45	2.30		-	0 - 100
Río Tacuarí	0	0	XTAI010.S				-	0 - 100
			XTAI020.S					
Río Yaguarón	2	0	XYAG030.S	1.45	1.45		-	0 - 100

3.4.2. Feofitina

Todos los valores registrados de feofitina se encuentran por debajo del límite de detección (1.9 µg/L) y cuantificación (5.6 µg/L).

3.4.3. Coliformes termotolerantes (ColiTerm_MF)

Tabla 25. Cantidad de muestras tomadas para la variable ColiTerm_MF, valores cuantificados, no cuantificados (LC representado con fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

ColiTrm_MF (ufc/100ml)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís	2	1	XSL010.S	10	130	2000	-	0 - 100
A° San Miguel	2	1	XSMI010.S	10	100		-	0 - 100
Río Cebollatí	5	4	XCEB005.S	24	53		-	0 - 100
			XCEB010.S		36			
			XCEB020.S	43	10			
Río Olimar Grande	2	1	XOLG020.S	50	10		-	0 - 100
Río Tacuarí	4	4	XTAI010.S	55	27		-	0 - 100
			XTAI020.S	68	70			
Río Yaguarón	2	1	XYAG030.S	190	10		-	0 - 100

3.5. Orgánicos Generales

3.5.1. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)

Este parámetro se analizó solamente en el mes de diciembre.

Tabla 26. Cantidad de muestras tomadas para la variable DBO5 y cantidad de valores cuantificados no cuantificados (LC representado con fondo claro) y datos reportados en las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) del Decreto 253/79 y GESTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

DBO5 (mg O2/L)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís	1	1	XSL010.S		4.8	10 y 5		0 - 100
A° San Miguel	1	1	XSMI010.S		2			0 - 100
Río Cebollatí	3	0	XCEB005.S		0.86			0 - 100
			XCEB010.S		0.86			
			XCEB020.S		0.86			
Río Olimar Grande	1	0	XOLG020.S		0.86			0 - 100
Río Tacuarí	2	2	XTAI010.S		4			0 - 100
			XTAI020.S		2.1			
Río Yaguarón	1	0	XYAG030.S		0.86			0 - 100

3.6. Compuestos orgánicos

3.6.1. Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)

Tabla 27. Cantidad de muestras tomadas para la variable AOX y cantidad de valores cuantificados y no cuantificados (LC representado con fondo claro). Datos reportados las campañas realizadas en 2022. Valor guía (STD) de la RFA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

ColiTrm_MF (ufc/100ml)	n	Cuantificados	Estación	Setiembre	Diciembre	STD	No cumplen STD (n)	No cumple - Cumple (%)
Río San Luís			XSL010.S			25	-	0 - 100
A° San Miguel			XSMI010.S				-	0 - 100
Río Cebollatí			XCEB005.S				-	0 - 100
			XCEB010.S					
			XCEB020.S					
Río Olimar Grande	2	1	XOLG020.S	22	8.5		-	0 - 100
Río Tacuarí			XTAI010.S				-	0 - 100
			XTAI020.S					
Río Yaguarón	2	2	XYAG030.S	24	34		1	50 - 50

3.6.2. Parámetros orgánicos

La gran mayoría de los orgánicos analizados presentaron valores por debajo del límite de la técnica. En la tabla 29 se observan los casos para los cuales los orgánicos presentaron resultados por encima del límite de la técnica. En ningún caso se supera el valor límite sugerido por el GESTA Agua.

Tabla 28. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2022.

	Punto	XOLG020.S	XYAG030.S	XOLG020.S	XYAG030.S
	Periodo	set-22	set-22	Dic-22	Dic-22
Parámetro orgánicos	Atr (µg/L)	0.0046	0.013	0.0026	0.1
	Atrazinadesetil (µg/L)	0.011	0.0098	0.0051	0.024
	Atrazinadesisopropil (µg/L)	0.011	0.0098		0.0097
	Aztbna (µg/L)		0.005	0.0034	0.0027
	Ciproconazol (µg/L)		0.013		0.025
	Clomazone (µg/L)			0.39	0.049
	Cltp (µg/L)		0.018	0.0056	0.013
	Diuron (µg/L)				0.006
	Metalaxil (µg/L)			0.0036	0.0025
	Metolacoloro (µg/L)	0.037	0.016	0.05	0.21
	Metoxifenocida (µg/L)		0.0056		
	Propiconazol (µg/L)		0.0043		
	Smzn (µg/L)			0.003	
	Tebuconazol (µg/L)	0.0042	0.011	0.0043	0.0074
	Tiametoxam (µg/L)		0.0086	0.16	0.0085
	Trf (µg/L)			0.0064	
	Triciclazol (µg/L)				0.0073

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: Turbidez, Coliformes Termotolerantes, NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a*, DBO5 y los orgánicos analizados.

Se detecta incumplimientos en 6 variables:

- OD presenta un incumplimiento establecido por el Dec. 253/79 en una ocasión en el punto XSMI010.S en el mes de diciembre
- pH supera el límite establecido por el Dec. 253/79 en dos ocasiones, en XSL010.S y XSMI020.S en el mes de setiembre.
- NT, el 9/18 de los valores sobrepasan el límite propuesto por la Mesa Técnica del Agua (1 mg/l).
- PO₄, 14/18 valores superan el valor guía (35 µg/L), propuesto por la Mesa Técnica del Agua.
- PT, 15/18 valores exceden el estándar utilizado (70 µg/L), propuesto por el grupo GESTA Agua.
- AOX presenta un incumplimiento del valor guía de la RFA en el punto XYAG030.S en el mes de diciembre.

5. SÍNTESIS

Esta síntesis se basa en las 2 campañas de muestreos realizados en el año de las 4 planificadas que no se pudieron realizar por problemas logísticos durante el año, por esta razón es que para este informe solo se reportan los datos sin estadísticas y no se reportan los índices de calidad de agua ni el de estado trófico (IQA e IET respectivamente).

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, PT, PO₄ y los AOX en la cuenca baja del Yaguarón en el mes de diciembre.

El sector medio recibe la descarga del río Cebollatí (con el río Olimar Grande incluido). El Olimar Grande presenta un incumplimiento total del PT y el PO₄, mientras que el Cebollatí presenta incumplimientos parciales del PT y PO₄. El NT solo se incumple en una ocasión en el río Olimar Grande en el punto cercano a la desembocadura con el río Cebollatí a 13 km de la Charqueada.

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, pH y PO₄. El San Luis, por su parte presenta incumplimientos totales en tres variables NT, PT y PO₄, además presenta un incumplimiento para el pH en el mes de setiembre.

Cabe destacar que se cumplen los criterios de calidad para el 100% de las muestras de las siguientes variables: Turbidez, Coliformes termotolerantes, NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a*, AOX 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.