



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Monitoreo de Calidad del Agua Río Cuareim

Informe 2016

Montevideo, junio 2017



ÁREA DE INFORMACIÓN PLANIFICACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL
Marisol Mallo

DIVISION DE EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL
Luis Reolón

DEPARTAMENTO DE SEGUIMIENTO DE COMPONENTES DEL AMBIENTE
Magdalena Hill

Responsable del Plan de Monitoreo
Javier Martínez

Personal responsable del Análisis de la Información
Javier Martínez
Guillermo Cervetto

Revisado
Luis Reolon/Magdalena Hill

Personal Participante durante los trabajos de campo y laboratorio

Muestreo y análisis de campo

Javier Martínez
Gerardo Balero
Alejandro Cendón
Guillermo Cervetto
Luis Borda
Gabriel Yorda

Laboratorio central

Natalia Barboza
Patricia Simone
Alejandro Mangarelli
Vivian Muñoz
Roxana Gálvez
Gabriela Pistone
Carolina Grau

Agradecimientos

Se agradece al personal administrativo de DINAMA por el apoyo que brindan permanentemente, y que hacen posible que los cuerpos técnicos puedan realizar su trabajo eficientemente.

RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se presentan los resultados sobre las condiciones ambientales del río Cuareim (jurisdicción Uruguay) en el tramo compartido con la República Federativa de Brasil, a partir de información obtenida de relevamiento bibliográfico, y del monitoreo de calidad de agua, llevado a cabo por la Dirección Nacional de Medio Ambiente entre enero de 2016 y noviembre de 2016.

El río Cuareim es un curso de agua internacional, cuya cuenca hidrográfica forma parte de Brasil y Uruguay. Posee un área total de aproximadamente 14.865 Km², y forma parte de la cuenca del río Uruguay.

Nace en territorio brasileño, posee una longitud de 351 Km. Presenta desde su nacimiento hasta la desembocadura sobre el río Uruguay una pendiente media de 0.93 m/Km.

En términos generales y a partir de la información obtenida de recopilación bibliográfica, del trabajo de campo y resultados obtenidos en el presente estudio, se puede afirmar que el río Cuareim es un sistema que se encuentra en buenas condiciones ambientales.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	VI
INDICE	VIII
LISTA DE TABLAS.....	IX
LISTA DE FIGURA	XI
INTRODUCCION	2
1.1 Objetivos del Plan.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
2 CARACTERIZACION DE LA CUENCA DEL RIO CUAREIM.....	4
2.1 Fisiografía.....	4
3 CLASIFICACION DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN USOS Y ESTANDARES ESTABLECIDOS	8
4 ASPECTOS METODOLOGICOS: EL PLAN DE TRABAJO.....	11
4.1 Antecedentes.....	11
4.2 Diseño del Plan de monitoreo.....	11
4.2.1 Frecuencia de muestreo.....	11
4.2.2 Estaciones seleccionadas para cada sustrato.....	11
4.2.3 Variables determinadas.....	14
4.2.4 Aseguramiento de la calidad analítica.....	15
5 RESULTADOS	16
5.1.1 Parámetros hidrológicos básicos.....	16
5.1.1.1 Parámetros de medición <i>in situ</i>	16
5.1.1.2 Parámetros bacteriológicos	19
5.1.1.3 Iones mayoritarios.....	19
5.1.1.4 Alcalinidad	21
5.1.1.5 Sólidos suspendidos totales.....	22
5.1.1.6 Nutrientes.....	23
5.1.2 Clorofila- <i>a</i>	25
5.1.3 Compuestos inorgánicos	26
5.1.3.1 Metales.....	26
5.1.4 Compuestos orgánicos.....	27
6 COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE ALGUNAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS ENTRE 2015 Y 2016.....	27
6.1.1 FOSFORO TOTAL.....	27
6.1.2 NITROGENO TOTAL	28
6.1.3 OXIGENO DISUELTO	29
6.1.3.1 COLIFORMES TERMOTOLERANTES	29
6.1.3.2 ICA-SL.....	; Error! Marcador no definido.
6.1.3.3 Índice de Estado Trófico (IET)	32
6.1.3.4 Aplicación del IQA.....	33
Síntesis y recomendaciones.....	33
ANEXO Promedio de caudal durante los monitoreos realizados en 2016.....	35
LISTA DE ACRONIMOS	37
UNIDADES DE PESO Y MEDIDAS	38
BIBLIOGRAFIA.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla I – Cuenca del río Cuareim.....	6
Tabla II – Estándares de calidad de agua definidos para Clase 3 del Decreto 253/79 y modif.....	9
Tabla III – Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua.....	12
Tabla IV – Variables Analizadas.....	15
Tabla V – Normalización de los parametros de calidad de agua utilizados en ICA-SL.....	30
Tabla VI – Escala cromática de calidad de agua según el ICA-SL, de acuerdo con la valoración conceptual y numerica del indice.....	30
Tabla VII – Resultado de la aplicación del ICA-SL en las estaciones de monitoreo del rio Cuareim 2016.....	30
Tabla VIII – Valoración del estado trofico de los rios a partir de IET, elaborado según los valores de FT, ... Clorofila a o transparencia del agua.....	32
Tabla IX – Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del rio Cuareim 2016.....	32
Tabla X – Escala cromatica asociada a las categorias de calidad de agua IQA.....	33
Tabla XI – Resultados de la aplicación del IQA para los puntos monitoreados.....	34

LISTA DE FIGURA

Figura 2.1.- Ubicación de la hemicuenca del río Cuareim, como uno de los sistemas integrantes de la cuenca del Río de la Plata. Tomado de Arcelus & Goldenfum, 2005.	4
Figura 2.2.- Cuenca del río Cuareim, donde puede apreciarse las diferencias de altitud en sus segmentos. Tomado de Twinlatin WP6.	5
Figura 2.3.- Cuenca del río Cuareim. Tomado de Twinlatin WP6.	5
Figura 2.4.- Hemicuenca uruguaya del río Cuareim, en la cual se identifican los principales tributarios. Tomado de García <i>et al</i> , 2008.	6
Figura 2.5 – Ubicación de las estaciones seleccionadas.	13
Figura 2.6 – Variación de la temperatura del agua entre los sitios de monitoreo.	16
Figura 2.7 – Distribución espacial de la conductividad en el área de estudio.	17
Figura 2.8 – Distribución espacial de pH por estación.	17
Figura 2.9 – Distribución espacial de oxígeno disuelto en el área de estudio.	18
Figura 2.10 – Distribución espacial de turbiedad en el río Cuareim,	18
Figura 2.11 – Distribución espacial de Coliformes termotolerantes en el río Cuareim.	19
Figura 2.12 – Distribución espacial de calcio en el área de estudio.	19
Figura 2.13 – Distribución espacial de magnesio en el área de estudio.	20
Figura 2.14 – Distribución espacial de sodio en el área de estudio.	20
Figura 2.15 – Distribución espacial de potasio en el área de estudio.	21
Figura 2.16 – Distribución espacial de alcalinidad en el área de estudio.	21
Figura 2.17 – Distribución espacial de sulfuros en el río Cuareim.	22
Figura 2.18 – Distribución espacial de sólidos suspendidos totales en el área de estudio.	22
Figura 2.19 – Distribución espacial de nitratos en el área de estudio.	23
Figura 2.20 – Distribución espacial de nitritos en el área de estudio.	23
Figura 2.21 – Distribución espacial de amoniaco en el área de estudio.	24
Figura 2.22 – Distribución espacial de nitrógeno total en el área de estudio.	24
Figura 2.23 – Distribución espacial de fósforo total en el área de estudio.	25
Figura 2.24 – Distribución espacial de la biomasa algal (clorofila-a) en el río Cuareim.	25
Figura 2.25 – Distribución espacial de aluminio en la zona de estudio.	26
Figura 2.26 – Distribución espacial de DDE, DDD y DDT en las estaciones monitoreadas.	26
Figura 2.27 – Comparación de la distribución espacial del Fosforo Total entre el periodo 2015 y 2016.	27
Figura 2.28 – Comparación de la distribución espacial del Nitrogeno Total entre el periodo 2015 y 2016.	28
Figura 2.29 – Comparación de la distribución espacial del Oxigeno Disuelto entre el periodo 2015 y 2016.	28
Figura 2.30 – Comparación de la distribución espacial de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2015 y 2016.	29
Figura 2.31 – Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de el indice de calidad (ICA).	31
Figura 2.32 – Mapa de calidad de agua en base a la aplicación del indice de estado trófico (IET).	33
Figura 2.33 – Caudal promedio en los días de monitoreados.	34
Figura 2.34 – Caudal promedio en los meses monitoreados.	35

INTRODUCCION

El agua representa un insumo fundamental para la vida, constituyendo un elemento insustituible en diversas actividades humanas, además de mantener el equilibrio en el medio ambiente. En el escenario mundial, la inminente escasez de los recursos hídricos y la diseminación de los factores condicionantes para una gestión integrada, constituyen un requisito fundamental para el desarrollo equilibrado y en consonancia con la preservación del medio ambiente.

La aplicación de los principios orientadores de gestión de agua deberá ordenar su uso múltiple y posibilitar su preservación para generaciones futuras, minimizando e incluso evitando los problemas originados de la escasez y de la contaminación de los cursos de agua, los cuales afectan y comprometen los diversos usos de los recursos hídricos.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) es 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 de Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA) tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. En este contexto, el DSCA lleva a cabo el monitoreo de calidad de agua en el río Cuareim.

Desarrollar este plan ha implicado un esfuerzo muy significativo, cada campaña implicó un nuevo desafío en el que profesionales, técnicos y colaboradores de diferentes ámbitos debieron trabajar en forma coordinada y bajo protocolos establecidos, para garantizar la calidad del trabajo de campo, el traslado de las muestras, análisis de laboratorio, evaluación de los datos así como la interpretación de los resultados.

1.1 Objetivos del Plan.

El *Plan de monitoreo del río Cuareim* tiene como objetivo principal:

- ✓ Conocer el estado de calidad del agua, en el tramo del río Cuareim compartido entre Brasil y Uruguay, que permita evaluar a corto y mediano plazo, los cambios en el sistema frente a los posibles impactos producidos en su cuenca, de modo de poder gestionarla.

1.1.1 Objetivos específicos.

- a) Identificar descargas puntuales o difusas, tanto domésticas como industriales o agropecuarias que afecten la calidad ambiental.
- b) Evaluar la evolución ambiental en el cuerpo principal del Río.

Este Plan se inscribe en los Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente, que tienen como propósito el garantizar el desarrollo sostenible, y poner a disposición de los ciudadanos la información generada, así como los aspectos técnicos vinculados a la obtención de la misma.

2 CARACTERIZACION DE LA CUENCA DEL RIO CUAREIM

Para la elaboración de este capítulo se obtuvo información secundaria a partir de la compilación de información publicada, y de informes técnicos de la DINAMA.

Se hará énfasis en la hemicuenca ubicada en territorio uruguayo.

El río Cuareim, es afluente del río Uruguay, por su margen izquierda, y por lo tanto forma parte de la Cuenca del Plata (fig. 2.1). Se localiza al Sur (S) de la República Federativa de Brasil (que incluye los Municipios de Santana do Livramento, Quaraí y Uruguaiana) y al Noreste (NE) de la República Oriental del Uruguay (Departamento de Artigas).

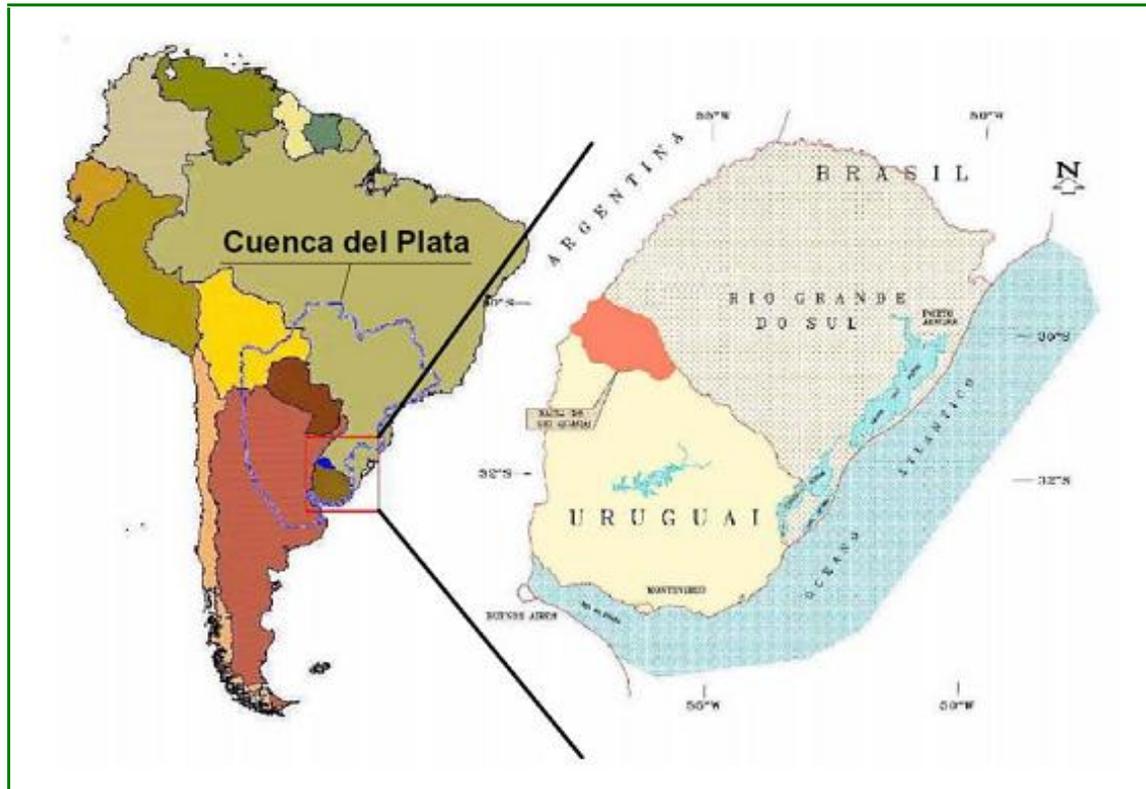


Figura 2.1.- Ubicación de la hemicuenca del río Cuareim, como uno de los sistemas integrantes de la cuenca del Río de la Plata. Tomado de Arcelus & Goldenfum, 2005.

2.1 Fisiografía.

El río Cuareim nace en territorio brasileño, en la ladera brasileña de la cuchilla Negra. Cruza hasta la frontera uruguayo cerrando por el Norte (N) el Rincón de Artigas, que limita al Sureste (SE) la cuchilla Negra y al Oeste (W) los arroyos Maneco e Invernada (Praderi y Vivo, 1970). Todos ellos son cursos torrenciales labrados en la roca.

Sigue en dirección Noroeste (NW), hasta que al S del paralelo 30 tuerce al W, y se dirige luego al SW, donde recibe los arroyos Tres Cruces y un kilómetro y medio más abajo el Cuaró. Luego de recibir las aguas del arroyo Yucutujá, el cauce del río Cuareim se ensancha y hace una curva hacia el N, que con el río Uruguay forma el Rincón de Santa Rosa.

Su canal principal posee una longitud total de 351 Km, con un desnivel de 326 m entre la naciente y la desembocadura. Posee una altitud media de 149 m y posee una pendiente media de 0.93 m/Km. Las pendientes más pronunciadas se encuentran en el primer cuarto de su recorrido, siendo de 1.96 m/Km (Gussoni, 2009).

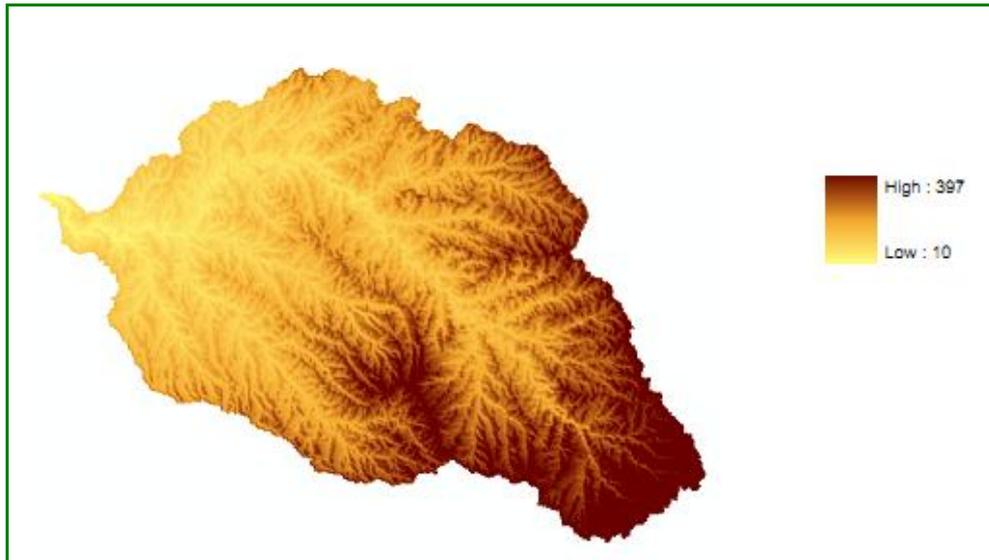


Figura 2.2.- Cuenca del río Cuareim, donde puede apreciarse las diferencias de altitud en sus segmentos. Tomado de Twinlatin WP6.

Sus afluentes más importantes son, del lado brasileño (margen derecha) los arroyos Espinilho, Sarandi, Quaraí-Mirim y Garupá y del lado uruguayo (margen izquierda) los arroyos Catalán Grande, Tres Cruces, Cuaró y Yucutujá (fig. 2.3).



Figura 2.3.- Cuenca del río Cuareim. Tomado de Twinlatin WP6.

La cuenca del río Cuareim es transfronteriza y es compartida entre Brasil y Uruguay, siendo su cauce principal la frontera entre los dos países. Posee un área de drenaje de 14,865 Km², de la cual 8,258 Km² se encuentra en territorio uruguayo (fig. 2.3), y los restantes 6,607 Km² en territorio brasileño (Tabla I).

Tabla I – Cuenca del río Cuareim.

	Área de la cuenca (Km ²)	Cuenca (%)
Brasil	6,608	44.4
Uruguay	8,258	55.6
Total	14,865	100

La mayoría de los afluentes de la región alta de la cuenca en ambos países escurren por terrenos rocosos en régimen torrencial.

Con referencia a los principales afluentes del lado uruguayo, los arroyos Tres Cruces, Cuaró y Yucutujá (fig.2.4) que juntos acumulan 4.685 Km² de cuenca en sus partes altas, son de características torrenciales y en la porción inferior presentan una vegetación importante.

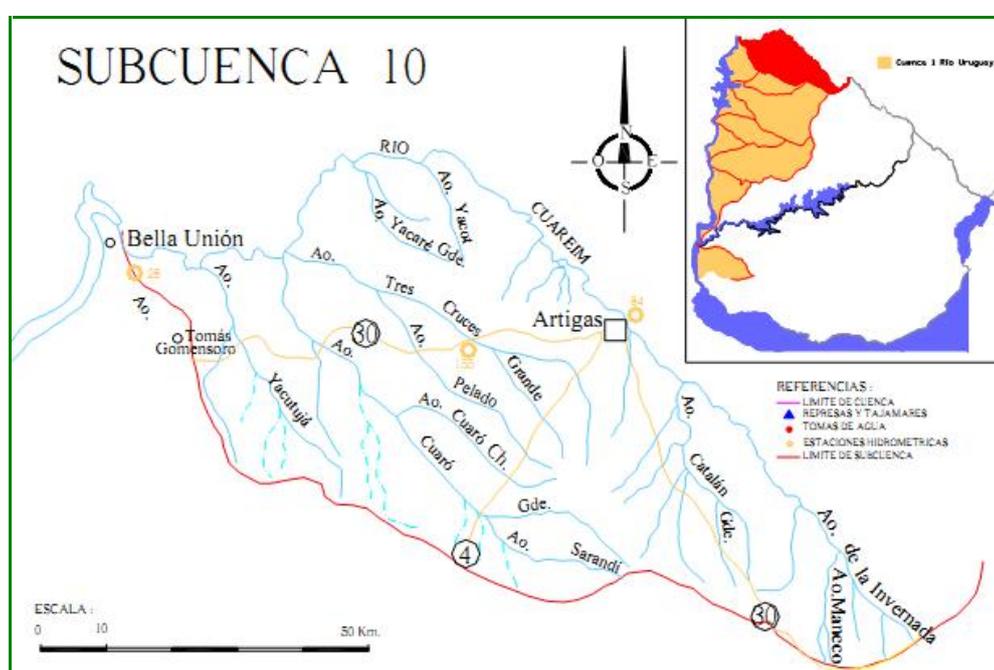


Figura 2.4.- Hemicuenca uruguayo del río Cuareim, en la cual se identifican los principales tributarios. Tomado de García *et al*, 2008.

3 CLASIFICACION DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN USOS Y ESTANDARES ESTABLECIDOS

La contaminación del agua constituye uno de los principales problemas ambientales de nuestros tiempos. Es un problema global, que no puede circunscribirse a un espacio territorial determinado, por haber adquirido dimensiones mundiales, característica general de los problemas ambientales. Esto hace indispensable el establecimiento de una política de protección del agua y lucha contra la contaminación, que permita frenar el avance de la degradación, que tan graves consecuencias acarrea, no solo para la salud y la vida humana, sino también para el propio equilibrio de los sistemas naturales y la vida animal y vegetal.

El carácter indispensable de este recurso natural para la vida y su enorme trascendencia económica, unidos a la presión que se está produciendo sobre el mismo como consecuencia en un aumento de su consumo y de su creciente contaminación han aumentado las preocupaciones por el mantenimiento de su calidad. El deterioro progresivo del medio acuático ha provocado que el punto álgido de las preocupaciones en torno al agua se haya trasladado desde una perspectiva de estricta gestión del recurso a una perspectiva ambiental de protección de calidad del agua y de lucha contra su contaminación.

Considerando estas variaciones, los diferentes Estados, han generado una serie de niveles de referencia para asegurar que los aportes antrópicos, especialmente el aporte de tóxicos, no superen la capacidad de resiliencia del ambiente, provocando una degradación irreversible o generando un daño ambiental que no pueda ser amortiguado. Los mismos pueden ser diferentes, según el país al cual se refiera y a su legislación, pudiéndose contar con:

- niveles guía de calidad,
- objetivos de calidad, ó
- estándares de calidad

Los *niveles guía de calidad* son una expresión cuantitativa o narrativa emergente de un requerimiento científico inherente a un parámetro de calidad respecto a un destino específico asignado.

Los *objetivos de calidad* son una expresión cuantitativa o narrativa inherente a un parámetro de calidad en un programa de manejo del ambiente, respecto a un destino específico asignado al mismo que resulta de considerar, además del requerimiento científico antes mencionado, su calidad actual y las restricciones tecnológicas y socioeconómicas.

El *estándar de calidad* es una expresión cuantitativa o narrativa, fijada con carácter de cumplimiento obligatorio para cada parámetro de calidad en relación a un uso específico asignado al ambiente.

Estos marcos referenciales deben servir como herramienta para la toma de decisiones sobre la asignación de destinos para los recursos hídricos superficiales, subterráneos y su lecho, así como para definir estrategias apropiadas para la protección y la recuperación de la calidad de los mismos, asociadas a la salvaguardia de los componentes bióticos involucrados. Para ello es necesario clasificar a las aguas, asignándoles diferentes usos.

Los países deben hacer cumplir, a través de sus instituciones competentes, las Normas que velan por conservar la calidad ambiental del recurso, para lo cual regulan las actividades antrópicas por medio de normas jurídicas nacionales.

El río Cuareim, es una cuenca transfronteriza, que no cuenta con un régimen estatutario propio a nivel binacional. Tampoco cuenta con estándares o niveles guía de calidad de agua definidos, por lo cual, a efectos de este estudio se compararán los valores obtenidos con la normativa nacional.

En función de sus competencias, mediante resolución ministerial del 25 de febrero 2005, el MVOTMA clasifica en forma genérica, en la clase 3 prevista en el art. 3º del decreto 253/79 del 9 de mayo de 1979, todos los cuerpos y cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km² y que a la fecha no han sido clasificados. Esta clasificación no obstará a que se proceda a clasificar en forma específica cursos o cuerpos de agua o parte de los mismos.

En la tabla II se listan los valores estándar correspondientes a la Clase 3.

Tabla II – Estándares de calidad de agua definidos para Clase 3 del Decreto 253/79 y modif..

PARAMETRO	ESTANDAR
OLOR	No perceptible
MATERIALES FLOTANTES Y ESPUMAS NO NATURALES	Ausentes
COLOR NO NATURAL	Ausente
TURBIEDAD	Máx 50 UNT
pH	Entre 6.5 y 8.5
OD	Mín 5 mg/L
DBO ₅	< 10 mg/L
ACEITES Y GRASAS	Virtualmente ausentes
DETERGENTES	< 1 mg/L en LAS
SUSTANCIAS FENOLICAS	< 5 µg/l.
AMONIACO LIBRE	< 0.02 mg/L
NITRATOS	< 5 mg/L en N
FOSFORO TOTAL	Lenticos < 30 µg/l. en P Loticos < 100 µg/l. en P
COLIFORMES FECALES	No se deberá exceder el límite de 2,000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1,000 CF/100 mL
CIANURO TOTAL	< 20 µg/l.
ARSÉNICO	< 5 µg/l.
CADMIO	< 0.1 µg/l.
COBRE	< 10 µg/l.

PARAMETRO	ESTANDAR
CROMO TOTAL	< 10 µg/l.
MERCURIO	< 0.1 µg/l.
NIQUEL	< 20 µg/l.
PLOMO	< 3 µg/l.
ZINC	< 30 µg/l.

Aquellas variables monitoreadas en este Plan que no se encuentran reguladas por el Decreto 253/79 se comparan contra los valores propuestos como objetivos de calidad de agua de la versión Gesta Agua de Diciembre 2014.

Por ej.: en el caso de los Haluros Orgánicos Absorbibles (AOX), se opta por considerar el valor estándar sugerido en el Gesta Agua de Diciembre 2014. El valor estándar utilizado es de <60 µg/l.

Para el caso particular de los coliformes termotolerantes, no se tomará como referencia el estándar del decreto 253/79. Esto se debe a que el tiempo transcurrido entre monitoreos (2 meses aproximadamente), es demasiado extenso, por lo que se optó por **utilizar promedios**.

4 ASPECTOS METODOLOGICOS: EL PLAN DE TRABAJO.

En este capítulo se presentará el *Plan de monitoreo del río Cuareim*, en el tramo compartido con Brasil. Este surge ante la necesidad de conocer y describir el estado actual de la calidad del agua de este recurso compartido.

La DINAMA es el organismo competente a nivel Nacional de la coordinación exclusiva de la gestión ambiental integrada del Estado y de las entidades públicas en general” (Ley 17.283, Art. 8), así como “formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes de control de las actividades públicas y privadas que incidan en la calidad de los recursos ambientales” (Agregado Art. 7 Ley General de Protección del Ambiente).

4.1 Antecedentes.

En el año 2006, por invitación de la entonces Dirección Nacional de Hidrografía (DNH), la DINAMA a través del Departamento de Calidad de Agua (DCA) participa del monitoreo llevado a cabo en el marco del Proyecto Twinlatin. (García *et al*, 2008). Dicho monitoreo fue acordado entre la DNH y el IPH (Brasil), y la DINAMA participó del mismo como cooperante de la DNH.

Finalizado el estudio en el marco del Proyecto Twinlatin en el año 2008, el DCA entiende necesario continuar con el monitoreo en dicho curso de agua, de forma de contar con las herramientas que le permitan conocer, vigilar y gestionar la calidad del agua. A su vez, desarrollará un indicador de estado ambiental que permita evaluar el impacto producido por las actividades que involucren el uso del Río, con una fácil visualización e interpretación destinado a los tomadores de decisión y a la población en general.

4.2 Diseño del Plan de monitoreo.

Los Planes de monitoreo de calidad de agua deben proporcionar datos confiables y científicamente verificables. Para ello, deben planificarse muy bien en todas sus etapas, y basarse en metodologías internacionalmente aprobadas.

La metodología de trabajo para agua se basó en el Programa internacional del Sistema Global de Monitoreo Ambiental (Guía operativa GEMS/Agua, 3^{ra} Ed, 94.1). Este es el mecanismo del sistema de Naciones Unidas (UN), cuyo objetivo es coordinar las actividades de monitoreo y evaluación ambiental realizadas tanto por las Agencias especializadas de UN como por instituciones nacionales e internacionales. Constituye un esfuerzo conjunto de la comunidad internacional destinado a adquirir, a través del monitoreo permanente y su evaluación, los datos y la información necesaria para el manejo ambiental mundial. No obstante se adaptó a las capacidades nacionales disponibles (recursos humanos, equipos, materiales, técnicas, etc.).

4.2.1 Frecuencia de muestreo.

Este Plan de monitoreo prevé la realización de campañas bimestrales, a los efectos de cumplir con los objetivos previstos, en función de la capacidades nacionales, y teniendo en cuenta que la variación en la calidad del agua puede ser cíclica o aleatoria, especialmente en los ríos.

4.2.2 Estaciones seleccionadas para cada sustrato.

El monitoreo del río Cuareim se realiza desde la costa dado que las condiciones de la ribera del río (monte de galería) y las características de curso de agua (poca profundidad y excesiva corriente) no permiten la utilización de embarcación.

En la tabla III y en la figura 2.5 se presenta la ubicación exacta de las 6 estaciones monitoreadas en el curso principal y las 2 estaciones en los tributarios (los puntos en los tributarios fueron agregados al monitoreo a partir de marzo de 2014)

Tabla III – Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua.

PUNTO RC10	70 km aguas arriba de Artigas (Rincón de Pacheco)	Lat 30°41'21	Long 56°08'34.30"
PUNTO RC20	Piedra pintada a 5 km aguas arriba de la ciudad de Artigas	Lat 30°46'51	Long 56°24'22.93"
PUNTO RC35	Artigas a 150 mts del puente fronterizo	Lat 30°23'44	Long 56°27'21.34"
PUNTO RC40	15 Km. aguas abajo de la ciudad de Artigas	Lat 30°21'33	Long 56°32'09.29"
PUNTO RC50	Aguas abajo de la ciudad de Artigas a unos 50 km	Lat 30°08'39	Long 56°46'51.58"
PUNTO RC60	Establecimiento Pay Paso aguas abajo de la ciudad de Artigas	Lat 30°16'45	Long 57°24'57.11"
PUNTO RC3C70	A° Tres Cruces (tributario)	Lat 30° 20'07	Long 57° 02' 46"
PUNTO RCYU80	A° Yucutujá (tributario)	Lat 30° 20'48	Long 57° 19' 44"

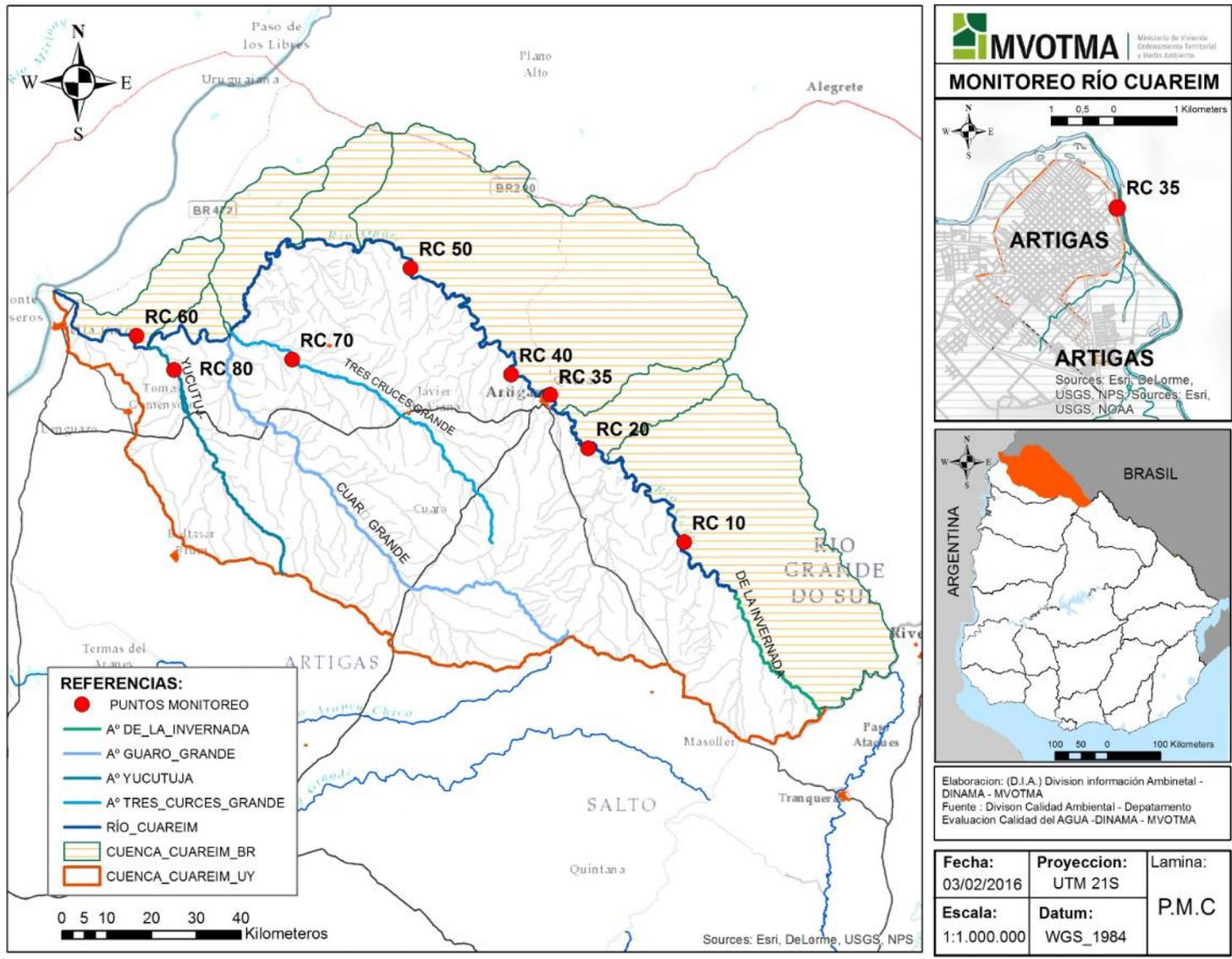


Figura 2.5 – Ubicación de las estaciones seleccionadas.

4.2.3 Variables determinadas.

Con el propósito de obtener un panorama completo del estado de calidad de las aguas del río Cuareim, se analizan algunas variables ambientales y otras que implican aportes antropogénicos (Tabla IV). En el marco del Proyecto Twinlatin no se analizaban los iones mayoritarios. A inicios del 2009, luego de la formulación del nuevo Plan de monitoreo, se comienzan a analizar los cationes (Ca, Mg, Na y K). En cuanto a los plaguicidas, se realizaron análisis en 4 de los 8 puntos de monitoreo (RC10 Y RC60 sobre el curso principal y también en los tributarios puntos RC3C70 Y RCYU80). A partir del muestreo de setiembre de 2016, se comienza a analizar AOX en todos los puntos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis, a partir de setiembre se dejaron de analizar los plaguicidas en su mayoría, quedando solamente los pp'DDT, pp'DDE y pp'DDD en las estaciones RC10, RC40, RC60, RC3C70 Y RCYU80, dado que no arrojaron resultado alguno.

Tabla IV –Variables analizadas.

VARIABLES	VARIABLES
Temperatura (campo)	Sulfuro
Conductividad (campo)	Silicatos
pH (campo)	Nitratos
Oxígeno Disuelto (campo)	Nitritos
% Saturación (campo)	Amonio
Coliformes Termotolerantes	Amoniaco
Alcalinidad	Nitrógeno Orgánico
Calcio	Nitrógeno Total
Magnesio	R.A.S
Dureza Total	Turbiedad
Sodio	Sólidos Tot. (Fijos y Volátiles)

Potasio	Sólidos Susp. Totales
Clorofila A	pp'DDD
Feofitina	pp'DDE
AOX	pp'DDT
Cromo total	
Zinc	

Los procedimientos estandarizados de operaciones son los que se incluyen en el Manual de Procedimientos Analíticos para Muestras Ambientales (DINAMA – Laboratorio Ambiental, 2009), y que se basan en el Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; 21st edition.

4.2.4 Aseguramiento de la calidad analítica.

Se efectúan controles de calidad para las diferentes determinaciones analíticas. El Laboratorio Ambiental trabaja bajo las condiciones establecidas en sus programas de control de calidad analítico, y participa en ejercicios de intercomparación con otros laboratorios, tanto nacionales como internacionales.

5 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en 6 campañas (de 6 planificadas), que se realizaron entre enero y noviembre de 2016. Para cada variable analizada se muestran los promedios por puntos de monitoreo (sin discriminar entre campañas), con sus correspondientes máximos y mínimos.

Los datos obtenidos, verificados y validados, se comparan con:

- Los estándares de calidad de agua.
- Los promedios registrados durante el período 2015 para algunas de las variables.

Esto se realiza con el fin de verificar la calidad del agua y cuantificar cualquier cambio espacial o temporal que pudiese haber surgido.

5.1.1 Parámetros hidrológicos básicos.

5.1.1.1 Parámetros de medición *in situ*.

Existen parámetros que por sus condiciones de inestabilidad, se recomiendan medir *in situ*. Entre ellos están la temperatura del agua, la conductividad eléctrica, el pH y el oxígeno disuelto.

Temperatura

Como se aprecia en la figura 2.6 la temperatura presenta una distribución relativamente homogénea entre las estaciones. Teniendo en cuenta todas las estaciones, el rango de variación de la temperatura va desde 12,1 a 30,1°C, con un promedio total de 21,4 °C.

Los valores de esta variable no presentaron apartamientos notorios de los valores históricamente registrados (Martínez, 2015).

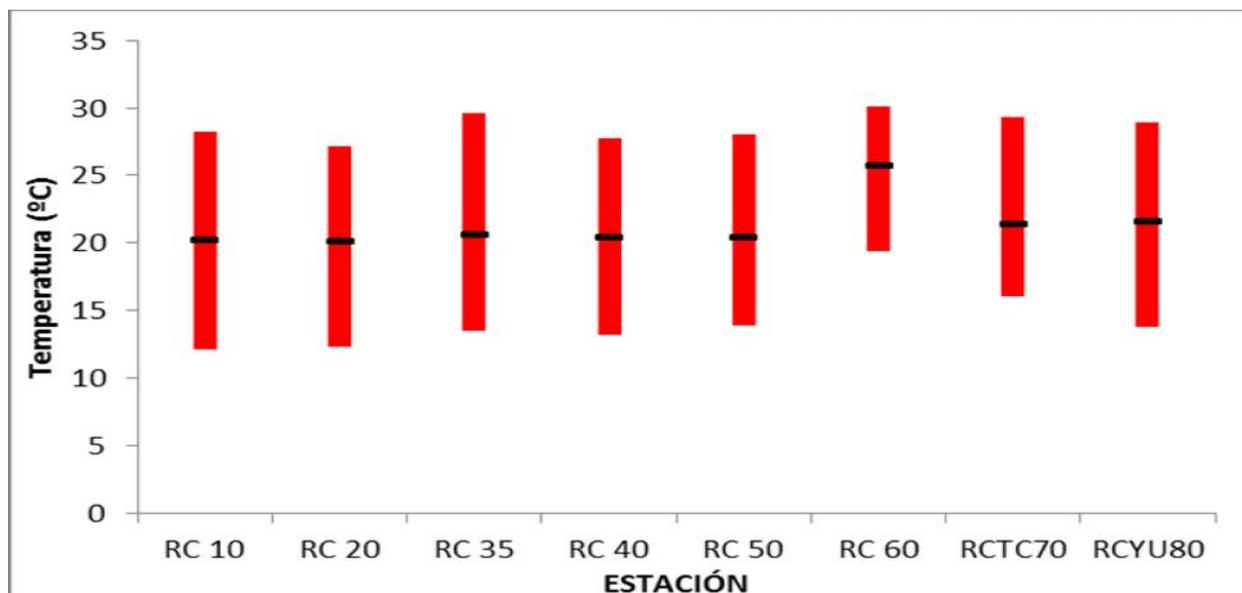


Figura 2.6 – Variación de la temperatura del agua entre los sitios de monitoreo. En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Conductividad

En el área de estudio se registran valores medios de conductividad de 91 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con máximos y mínimos de 208,9 y 45,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (fig. 2.7). Se aprecia un aumento en el valor de la conductividad a lo largo del curso principal hacia la desembocadura y en los afluentes (Puntos RCTC70 y RCYU80).

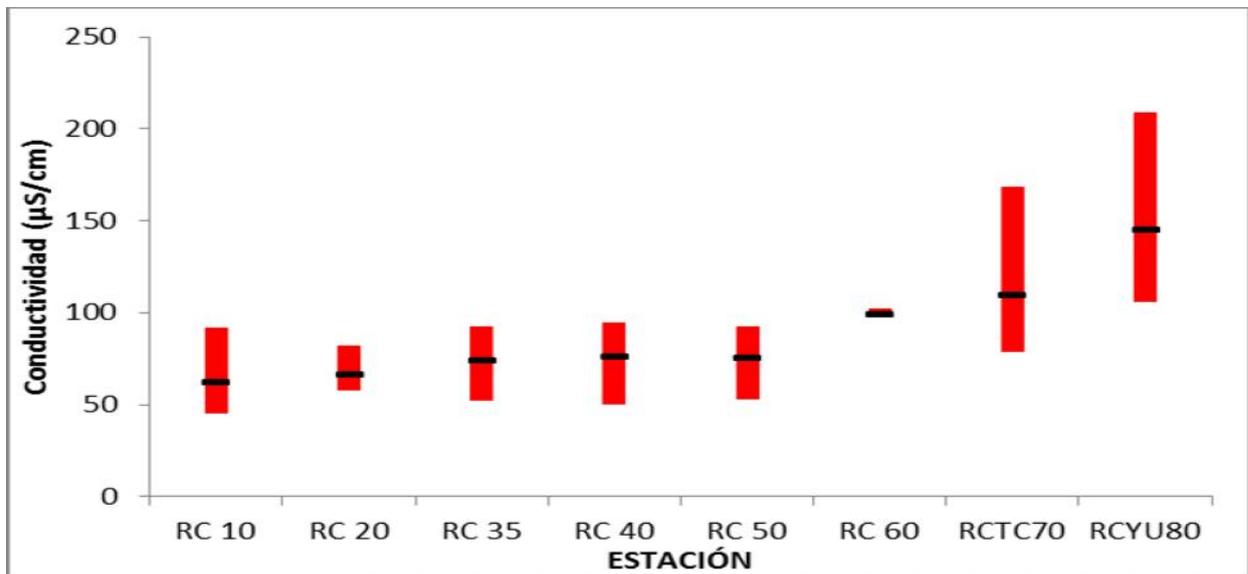
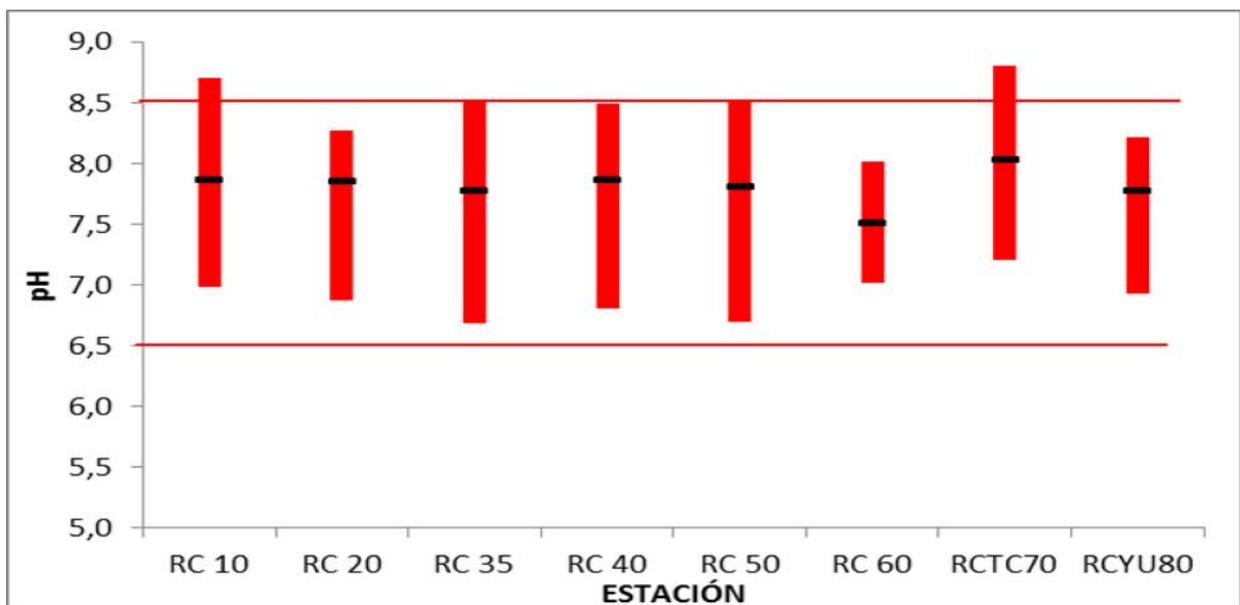


Figura 2.7 – Distribución espacial de la conductividad en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

pH

Los valores de pH cumplen en la mayoría de los casos con el estándar establecido en el Decreto 253/79 (6.5 y 8.5) (fig. 2.8). El promedio registrado en la zona es de 7,7 con un máximo de 8,8 y un mínimo de 6,7.

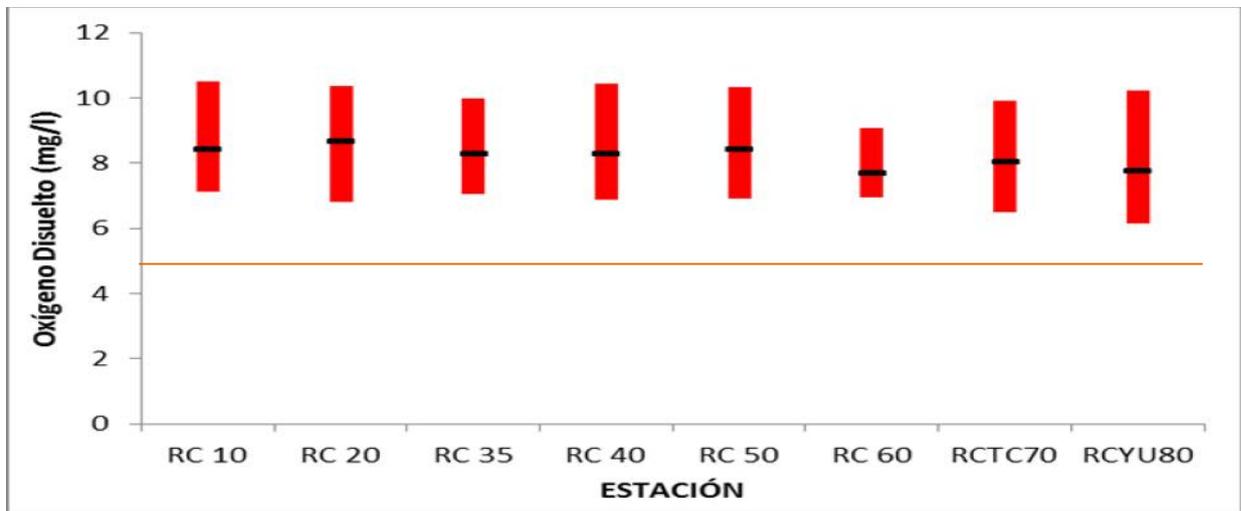


— Decreto 253/79

Figura 2.8 – Distribución espacial de pH por estación.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Oxígeno disuelto

En el área de estudio presenta un valor promedio de 8,4 mg/l, con un máximo de 10,5 mg/l y un mínimo de 6,1 mg/l (fig. 2.9). En cuanto al grado de cumplimiento del estándar establecido en el Decreto 253/79 y modif., para Clase 3, que establece un valor mínimo de 5.0 mg/l, puede afirmarse que en el 100% de los casos se cumple con dicho valor. El promedio es similar entre los puntos de muestreo.

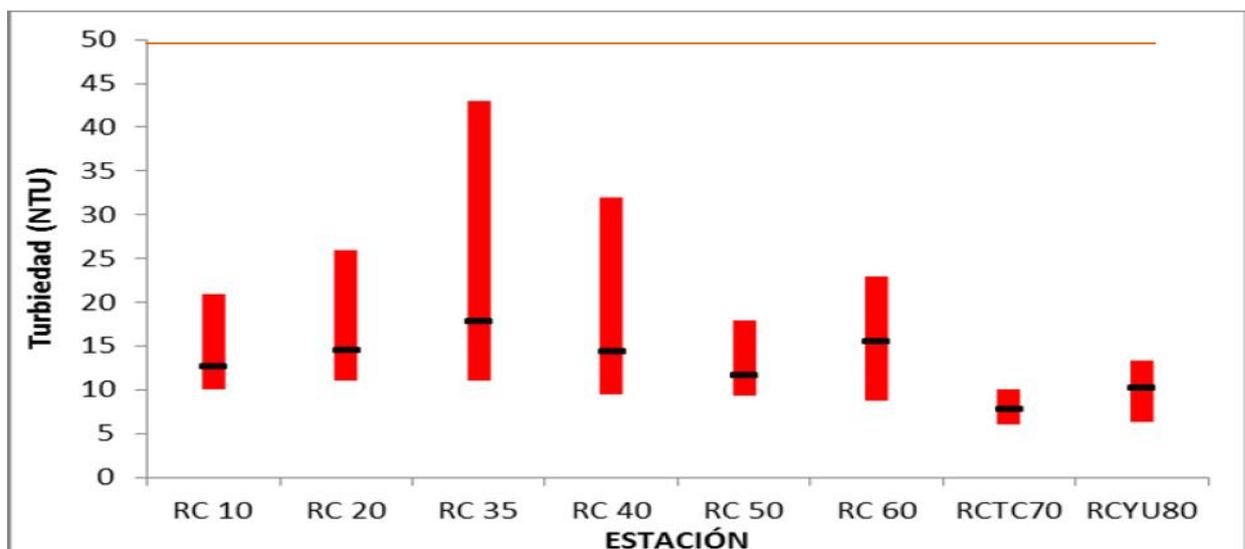


Decreto 253/79

Figura 2.9 – Distribución espacial de oxígeno disuelto en el área de estudio
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Turbiedad

Esta variable se encuentra regulada en el Decreto 253/79 y modificativos, siendo el valor estándar de 50 NTU. Se ha registrado un valor máximo de 43 NTU y un mínimo de 6,1 NTU, con un promedio de 15,1 NTU. El 100 % de los valores se encuentran por debajo de dicho estándar (fig. 2.10).



Decreto 253/79

Figura 2.10 – Distribución espacial de turbiedad en el área de estudio
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.1.2 Parámetros bacteriológicos

El promedio de coliformes termotolerantes fue de 1289,6 UFC/ 100 ml, con un máximo de 7600 UFC/ 100 ml y un mínimo de 10 UFC/ 100 ml. Se han encontrado datos puntuales elevados en la mayoría de los puntos monitoreados salvo en la estación RC60. Estos datos no son atribuibles a ningún evento en especial, por lo que de volver a repetirse, se deberá prestar especial atención.

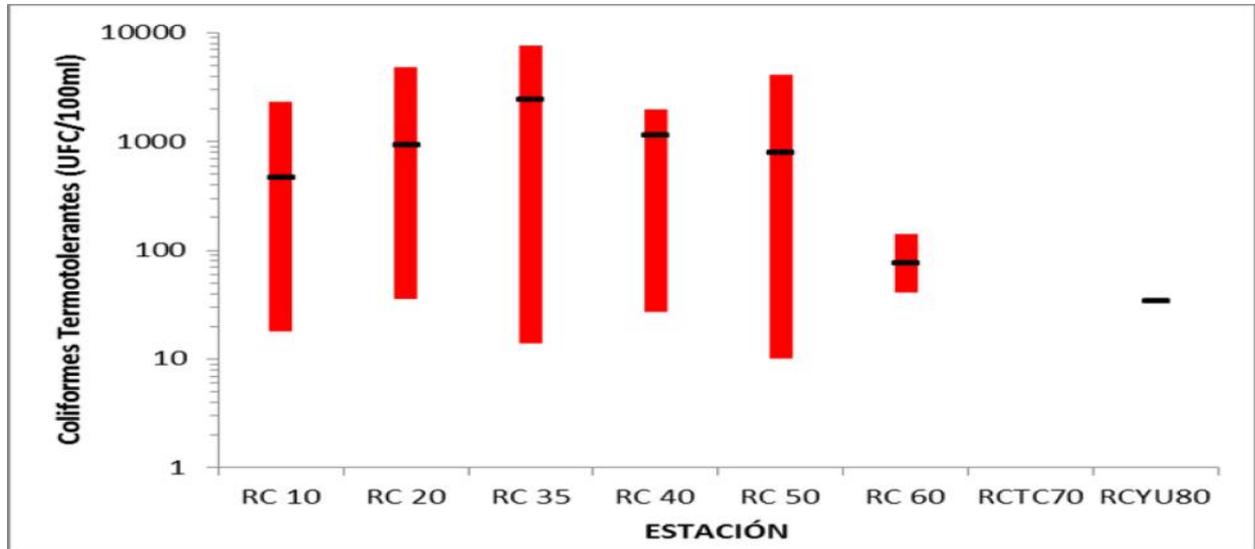


Figura 2.11 – Distribución espacial de Coliformes termotolerantes en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.1.3 Iones mayoritarios

Calcio

En cuanto al calcio, este presentó un promedio de 10,2 mg/l, un valor máximo de 19 mg/l, y un mínimo de 3,8 mg/l. Cabe aclarar que no hay estándar para esta variable. (fig. 2.12).

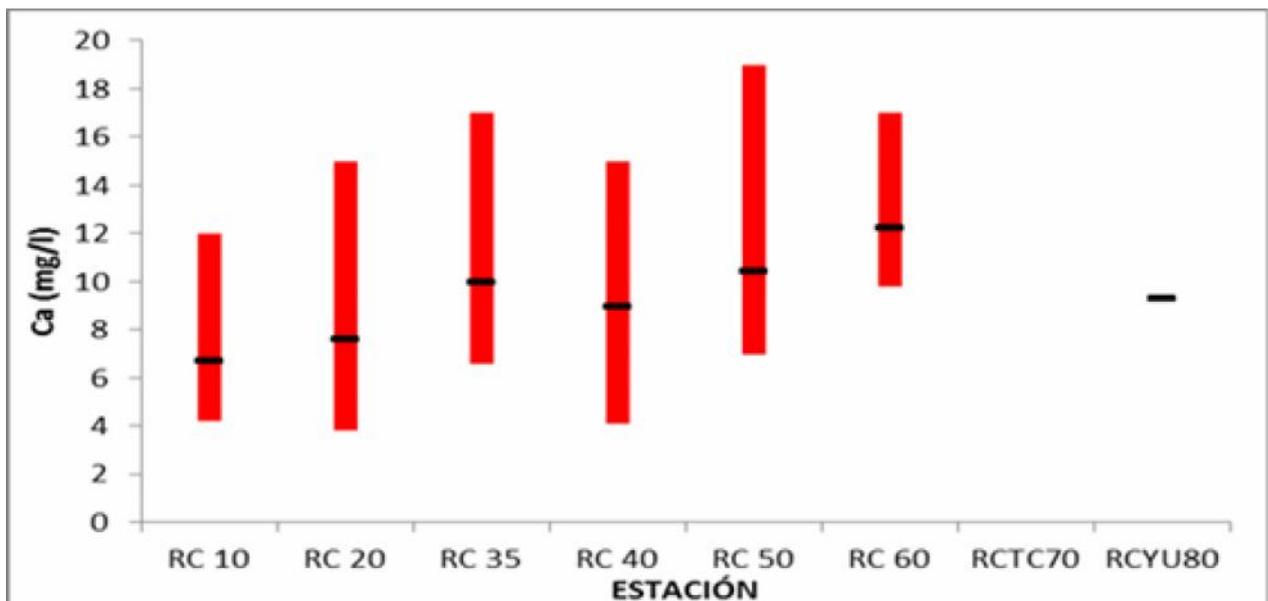


Figura 2.12 – Distribución espacial de calcio en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Magnesio

El magnesio presentó un máximo de 4,9 mg/l, el mínimo de 0,5 mg/l y el promedio total fue de 2,9 mg/l (fig. 2.13). El comportamiento de esta variable es similar al calcio y a registros obtenidos en el año anterior (Martínez 2015). Cabe señalar que no hay estándar para esta variable.

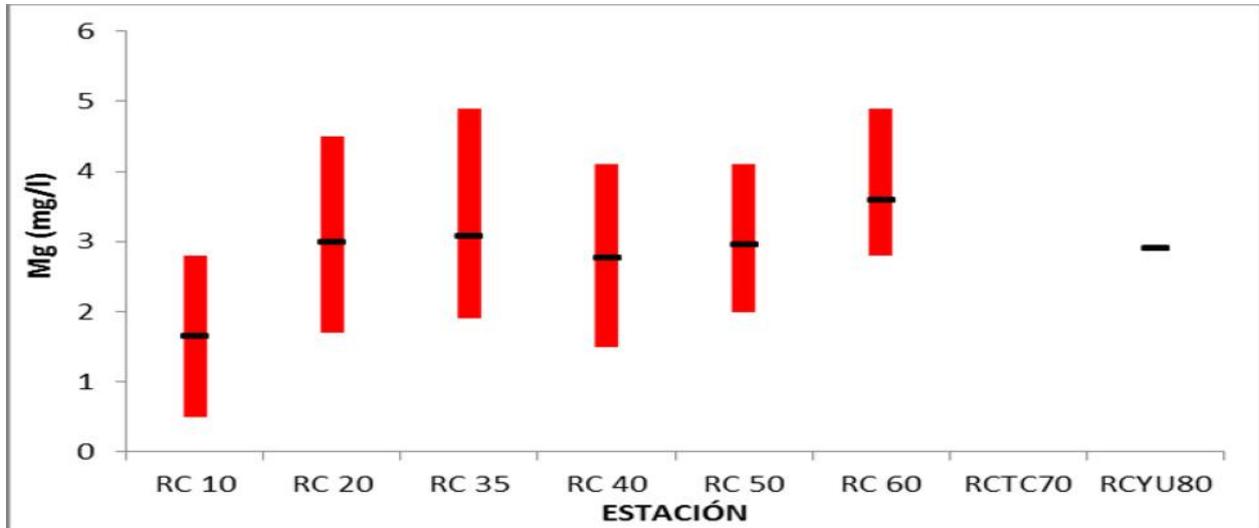


Figura 2.13 – Distribución espacial de magnesio en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Sodio

Este ión presentó un valor máximo de 5,5 mg/l, un mínimo de 2,1 mg/l. y un promedio de 3,6 mg/l (fig. 2.14). Los valores de sodio son similares a los registrados históricamente, por lo que se considera se está dentro de lo esperado para dicha variable.

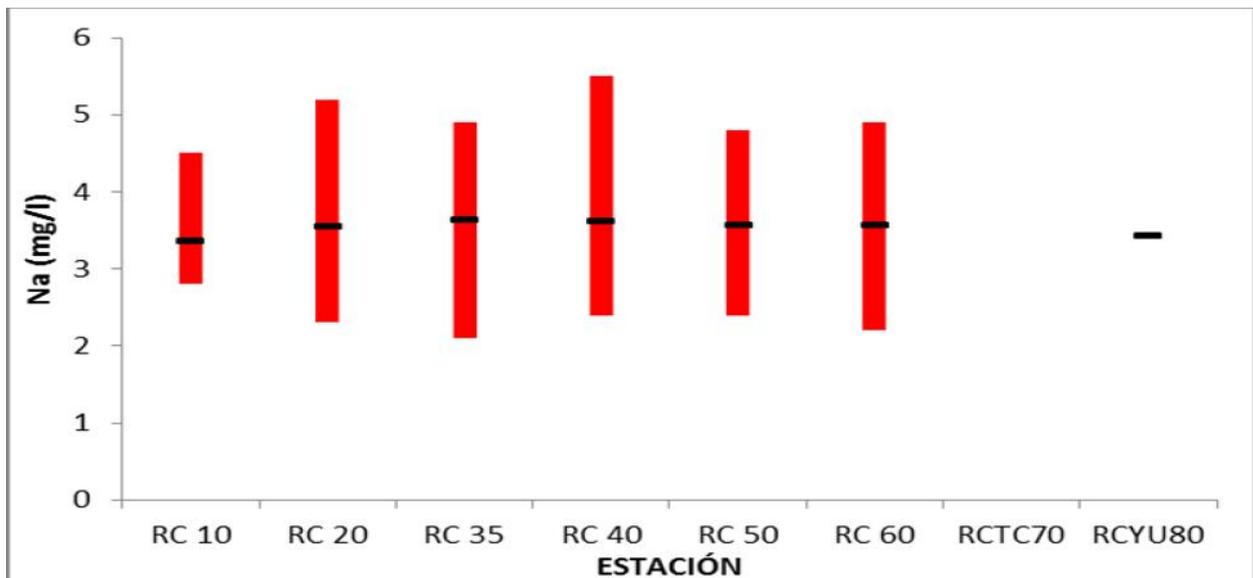


Figura 2.14 – Distribución espacial de sodio en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Potasio

Los valores de potasio presentaron un promedio de 1,1 mg/l, con valores máximos de 2,6 mg/l y mínimos de 0,5 mg/l (Fig.2.15). No se han notado cambios significativos en los resultados obtenidos, siendo los resultados encontrados similares a los del año anterior (Martínez 2015).

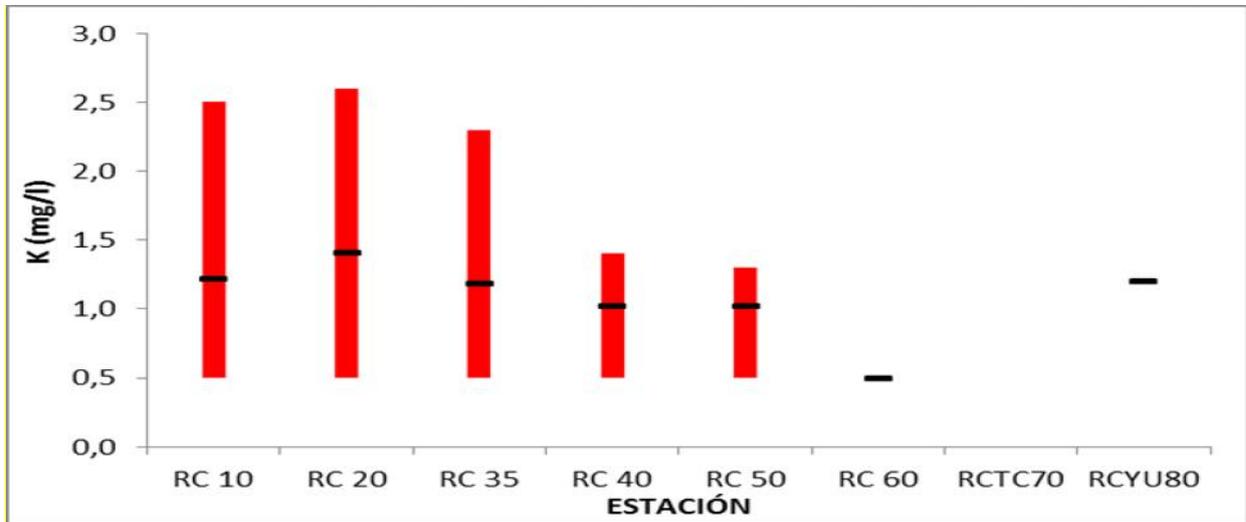


Figura 2.15 – Distribución espacial de potasio en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.1.4 Alcalinidad

Alcalinidad

Los valores de alcalinidad presentaron un promedio de 48,4 mg CaCO₃/l, con valores máximos de 140 mg CaCO₃/l y mínimos de 21 mg CaCO₃/l. Las estaciones que presentaron los mayores promedios y la mayor variación para esta variable fueron las estaciones RCTC70 y la RCYU80 (fig.–2.16). A su vez el resto de las estaciones se han mantenido dentro de los rangos esperados.

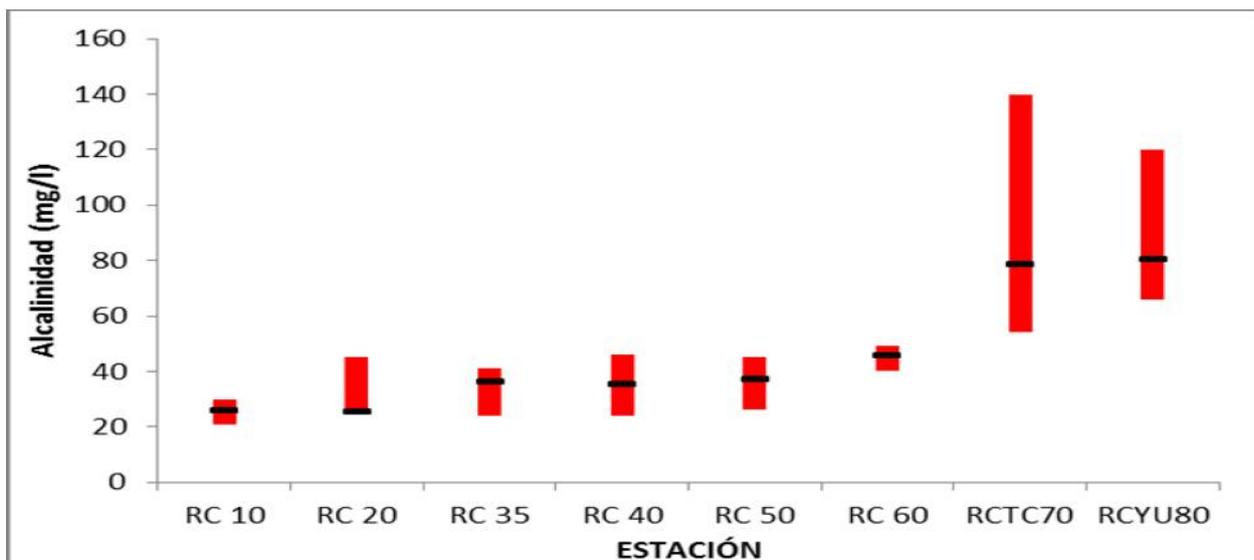


Figura 2.16 – Distribución espacial de alcalinidad en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Sulfuro

El valor promedio fue de 0.1 mg/l, con un máximo de 0.5 mg/l y un mínimo de 0.03 mg/l. Considerando los resultados obtenidos, encontramos que esta variable se comportó dentro de lo esperado para dicho curso de agua. Teniendo una mayor dispersión el punto RC60.

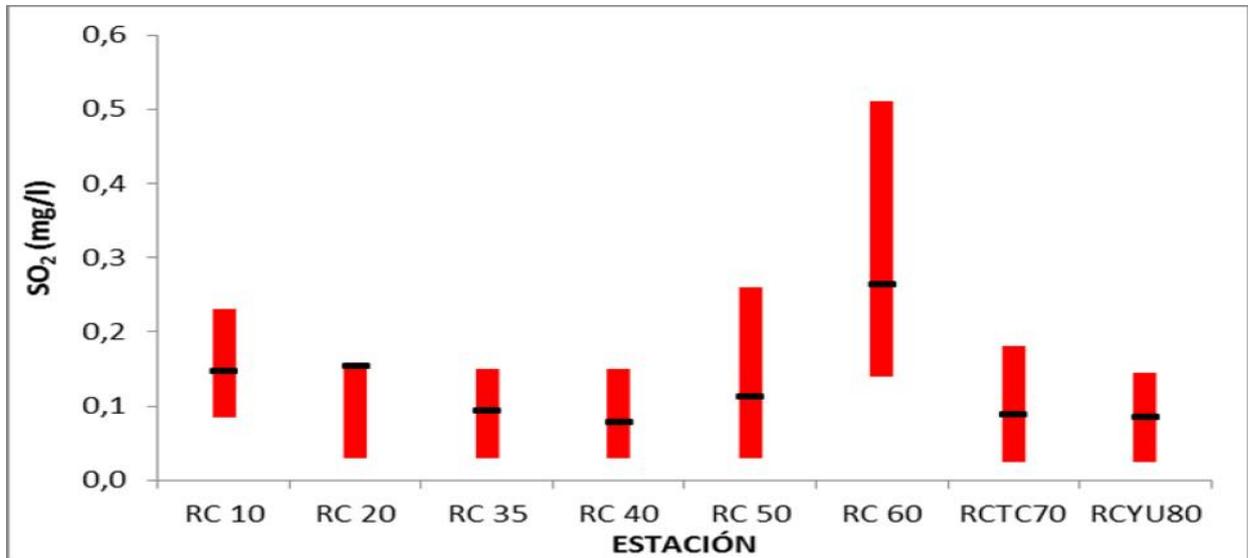


Figura 2.17 – Distribución espacial de sulfuros en el río Cuareim.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.1.5 Sólidos suspendidos totales.

El valor promedio fue de 43,5 mg/l, el valor máximo fue de 240 mg/l, y el mínimo de 6,2 mg/l. Si bien la mayoría de los valores obtenidos, se encuentran dentro de lo esperado, se registraron eventos importantes de precipitaciones que hicieron elevar algunos valores con respecto al año anterior monitoreado.

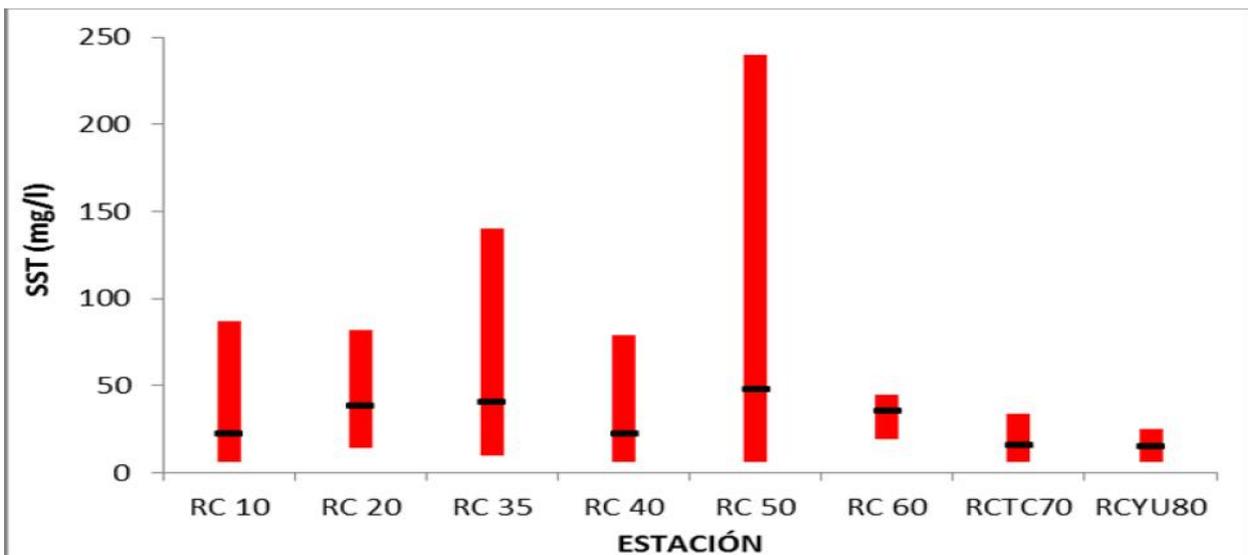


Figura 2.18 – Distribución espacial de sólidos suspendidos totales en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.1.6 Nutrientes.

Nitratos

Los valores de nitratos cumplen satisfactoriamente con el estándar establecido en el Decreto 253/79 (máximo de 5 mg/l), ya que todos los valores se encuentran por debajo del límite (fig. 2.19). Teniendo en cuenta todas las estaciones, el promedio es de 0,1 mg/l, el valor máximo es de 0,2 mg/l mientras que el valor mínimo es de 0,1 mg/l.

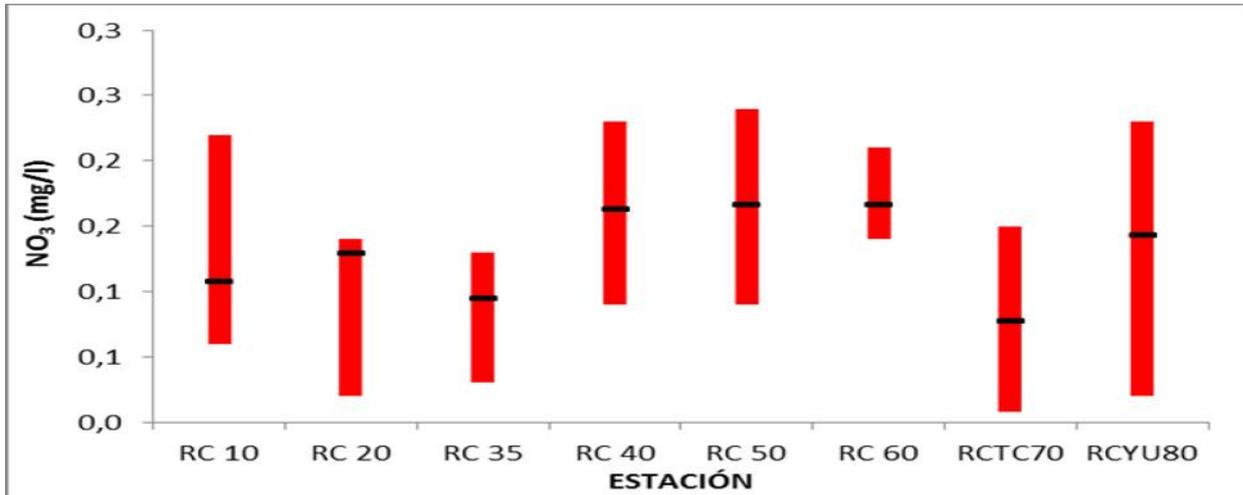


Figura 2.19 – Distribución espacial de nitratos en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Nitritos

Teniendo en cuenta todas las estaciones, el promedio es de 0,003 mg/l, el valor máximo es de 0,005 mg/l mientras que el valor mínimo es de 0,002 mg/l (estándar establecido en el Decreto 253/79 máximo de <0,1 mg/l). Los valores registrados no superan el estándar de calidad.

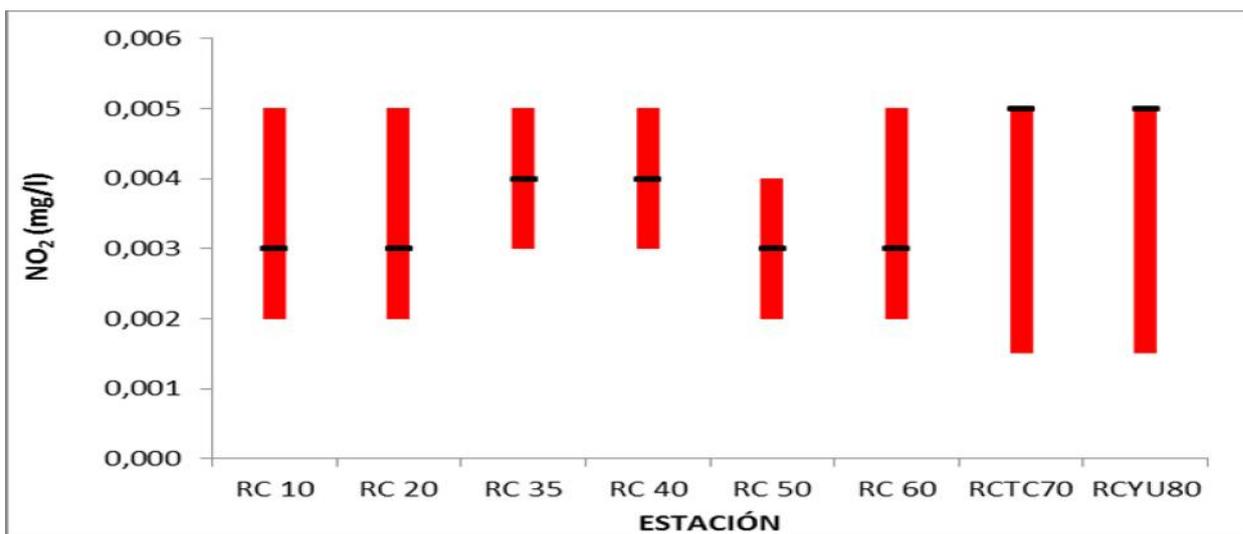


Figura 2.20 – Distribución espacial de nitritos en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Nitrógeno amoniacal

Los valores de amoníaco cumplen con lo establecido en el Decreto 253/79 (máximo de <0,02 mg/l) (Figura 2.21).

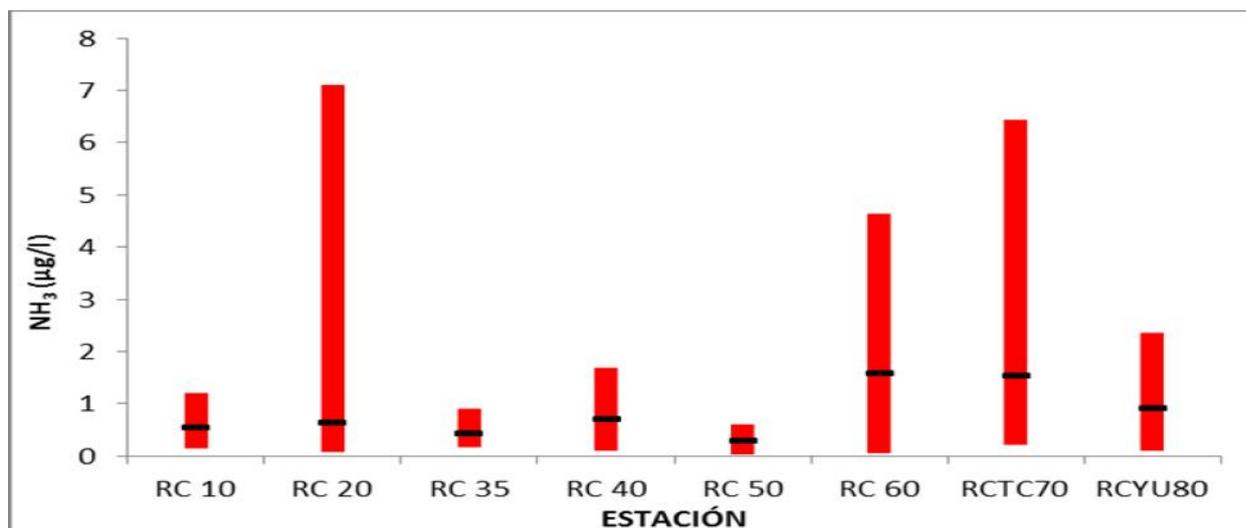


Figura 2.21 – Distribución espacial de amoníaco en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación

Nitrógeno total

Teniendo en cuenta todos los datos, el valor máximo fue de 2,3 mg/l, el mínimo de 0,4 mg/l y el promedio de 0,7 mg/l (fig. 2.22). Esta variable se encuentra dentro de los registros históricos obtenidos.

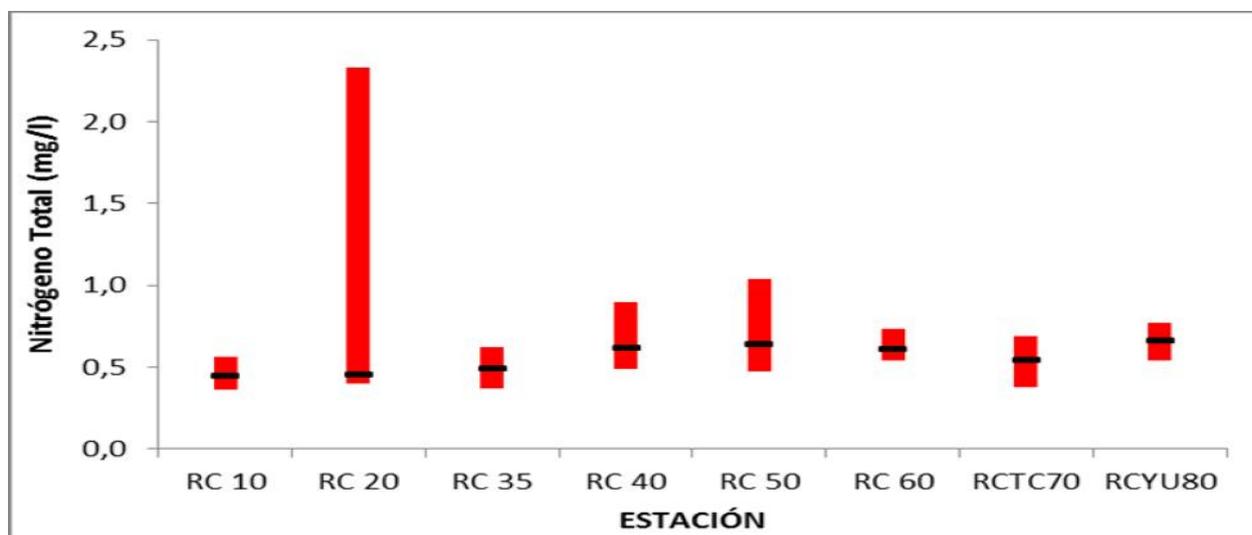


Figura 2.22 – Distribución espacial de nitrógeno total en el área de estudio
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Fósforo total

Como puede apreciarse en la figura 2,23 los valores superan el límite máximo admitido por la normativa nacional (0,025mg/l). No obstante, los valores de fósforo total encontrados en todos los cursos de agua monitoreados en el país, incluso en los que no se identifican indicadores de contaminación, se considera que el estándar establecido en el Decreto 253/79 y modif, no es el adecuado para los cuerpos de agua del Uruguay. Existe un proyecto de modificación del decreto 253/79 (Gesta Agua), el cual elevaría el valor de objetivo de calidad en cuanto al fosforo. De esta manera, se acercaría más el valor de referencia a la realidad del contenido de fosforo en los cursos de agua nacionales.

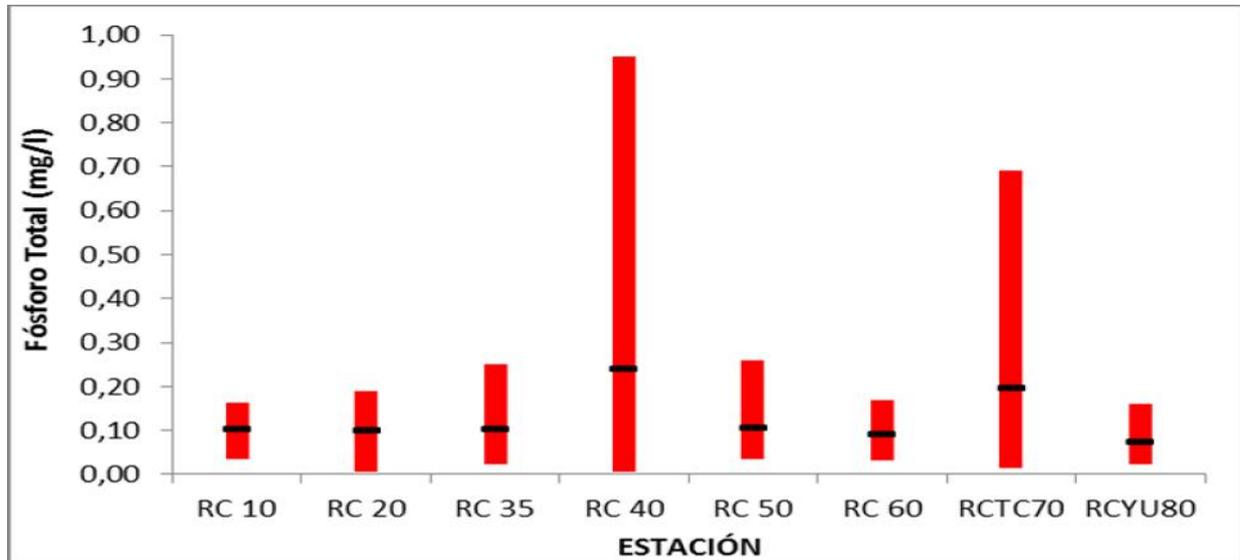


Figura 2.23 – Distribución espacial de fósforo total en el área de estudio.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.2 Clorofila-a

En este curso de agua se registraron valores de clorofila-a que varían desde valores menores al límite de cuantificación establecido (LC = 0.1 µg/l) hasta los 10,7 µg/l. Considerando la totalidad de los datos, el promedio general es de 2.4 mg/l. Los valores máximos de clorofila se encuentran en los puntos RC10, RC20 y RC35, estos puntos se encuentran uno frente a la ciudad de Artigas- Quaraí (RC35) y los otros dos, aguas arriba de la misma en zona rural. (RC10 y RC20) (fig. 2.24). Cabe resaltar que dicha tendencia se repite en años anteriores.

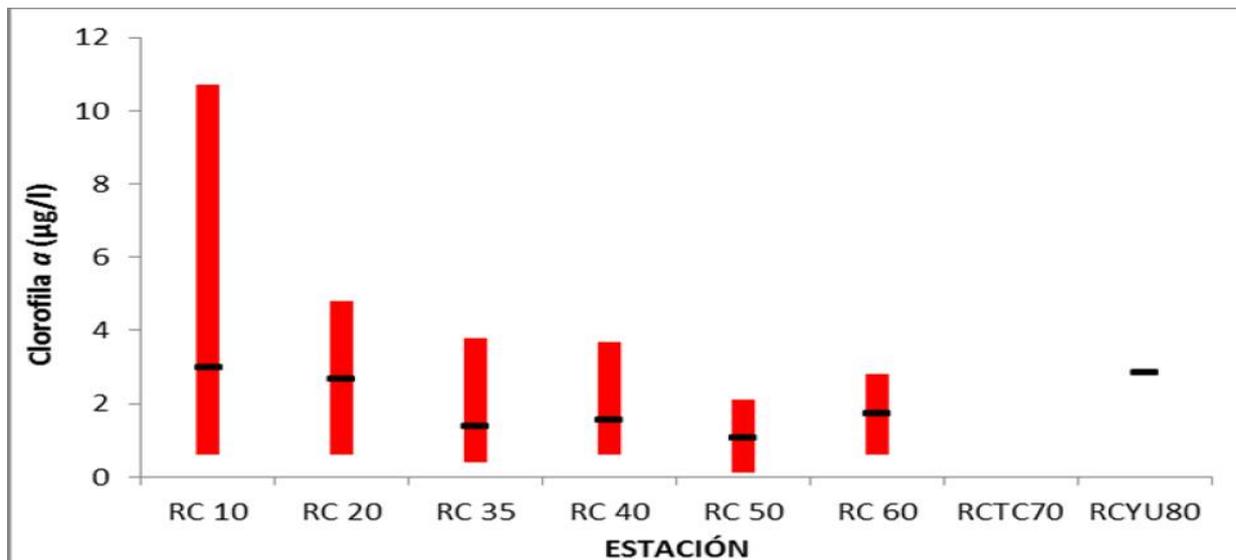


Figura 2.24 – Distribución espacial de la biomasa algal (clorofila-a) en el río Cuareim. En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

5.1.3 Compuestos inorgánicos

5.1.3.1 Metales

Aluminio

El río Cuareim presenta una concentración promedio de aluminio de 2,6 µg/l, con un máximo de 9,1 µg/l y un mínimo de 0,4 µg/l. Como se aprecia en la figura 2.25 la estación RC60, ubicada aguas debajo de la ciudad de Artigas, es la que presenta la concentración media y el rango de variación más elevados. El proyecto modificativo del decreto 253/79 (gesta-agua), hace referencia para el aluminio en <50 µg/l. Los resultados se encuentran dentro de lo establecido por el decreto.

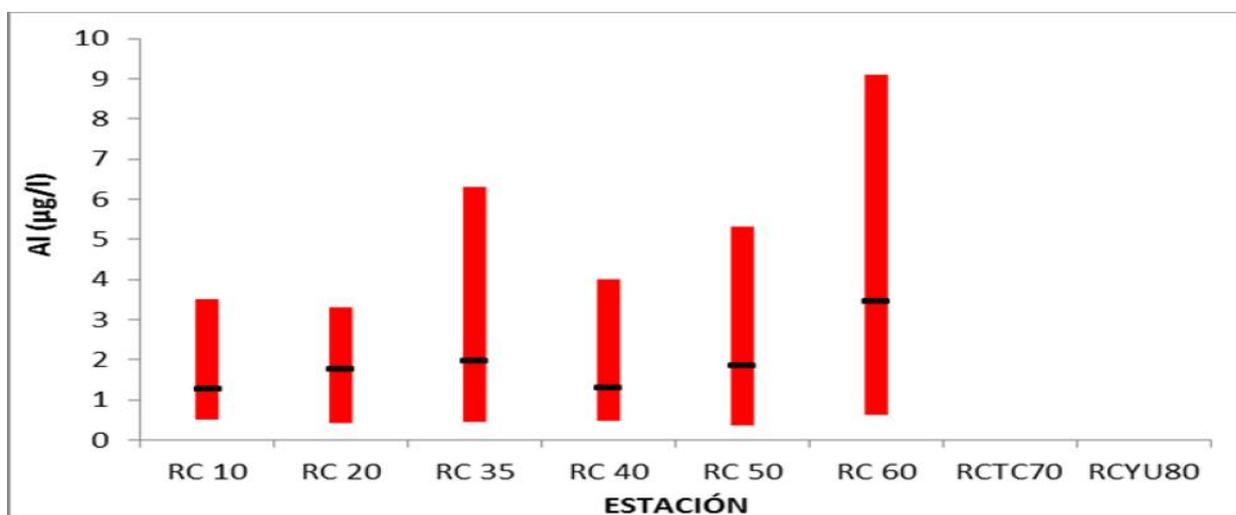


Figura 2.25 – Distribución espacial de aluminio en la zona de estudio. En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Cromo

Los resultados obtenidos registraron un promedio de 3,9 µg/l, un máximo de 11 µg/l y un mínimo de 2 µg/l. Para este metal solo un valor superó el límite de cuantificación del método, siendo el valor establecido en el Decreto 253/79 y modificativos de (<10 µg/l).

Plomo

Los resultados obtenidos reflejan un máximo de 5 µg/l, un mínimo de 2 µg/l y un promedio de 2.9 µg/l. El decreto indica un límite máximo admitido de <3 µg/l. De continuar con valores que

superen lo permitido por el decreto, habrá que prestar mayor atención a las posibles causas. Cabe resaltar que los resultados de años anteriores, no superaron el límite establecido en el decreto.

Zinc

En la zona de estudio el zinc presenta valor que supera el límite del estándar (máximos de 39 µg/l, mínimo de 10 µg/l y promedio 19,9 µg/l (siendo el estándar de <30 µg/l). En años anteriores los valores no superaron el valor del estándar, por lo que habrá que prestar atención en futuros resultados analíticos, para ver su comportamiento.

5.1.4 Compuestos orgánicos.

Todos los resultados obtenidos para **DDE, DDD y DDT** durante el año monitoreado son menores al límite de detección (figura 2.26), en los puntos en los cuales se analiza (RC10, RC40, RC60, RCTC70 Y RCYU80). Si bien se habían encontrado en el año 2015 resultados que indicaban la presencia en agua de estos compuestos, para el 2016 no se han detectado, por lo que se debe continuar monitoreando esta variable para ver su comportamiento.

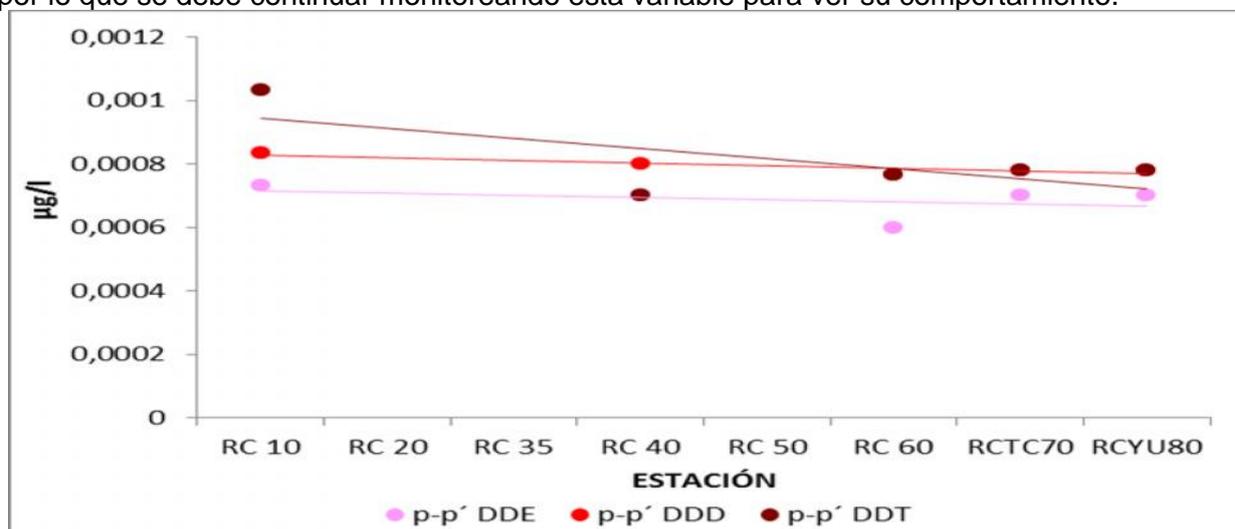


Figura 2.26 – Distribución espacial de DDE, DDD y DDT en las estaciones monitoreadas

En el caso particular de los **AOX** el gesta-agua establece como objetivo de calidad <60 µg/l. Los valores que más se acercaron a dicho estándar, fueron los de noviembre con valores que van de los 17 µg/l a 30 µg/l. Se considera que los valores se encuentran dentro de lo aceptable para dicha variable.

6 COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE ALGUNAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS ENTRE 2015 Y 2016

6.1.1 FOSFORO TOTAL

En la Figura 2.27 puede observarse que los valores de fósforo exceden los límites de la normativa (0,025mg/l) tanto para los promedios obtenidos entre el 2015, como para los obtenidos durante el 2016. Para el año monitoreado el PT se mantiene elevado, obteniendo resultados más altos en los puntos cercanos a la ciudad de Artigas.

Si bien se está trabajando para poder adecuar el valor guía en cuanto a calidad para nuestros cursos de agua, hasta no se cambie este valor guía, la gran mayoría de nuestros cursos se encuentran por encima del valor guía.

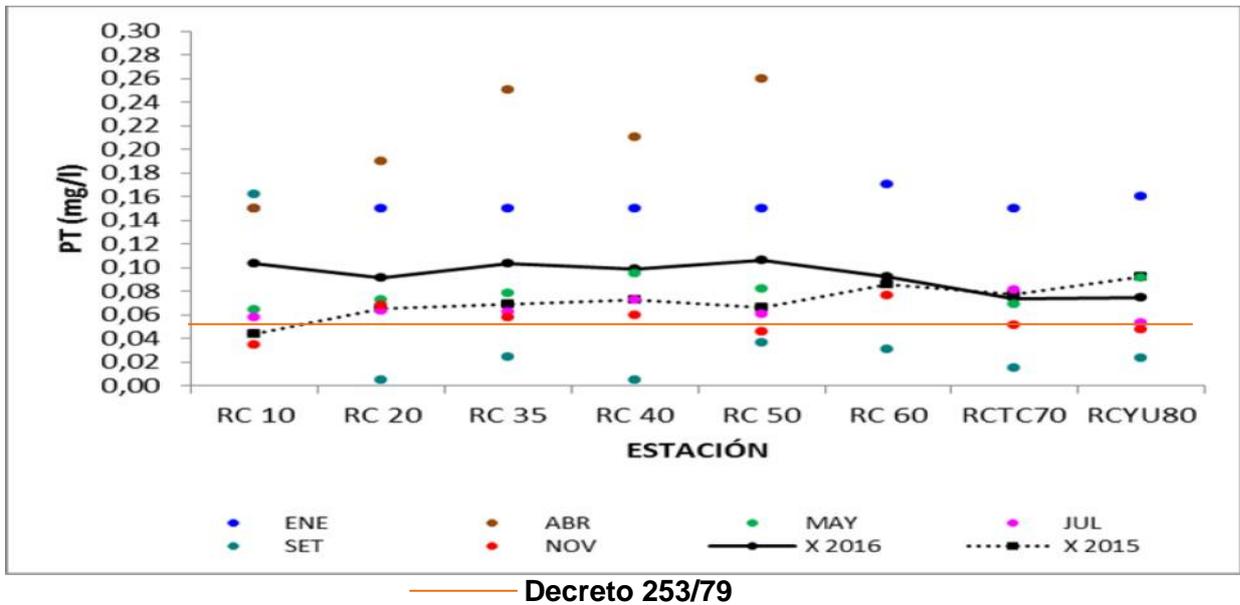


Figura 2.27 – Comparación de la distribución espacial de Fosforo Total entre el periodo 2015 y el 2016.

6.1.2 NITROGENO TOTAL

Como se ve representado en las gráficas de evolución, el Nitrógeno Total, durante el 2015, revela un comportamiento similar al del periodo 2016, siendo los promedios para este último, inferiores a los del periodo en comparación, salvo en la estación RC20 la cual presenta un promedio más elevado. (fig. 2.28).

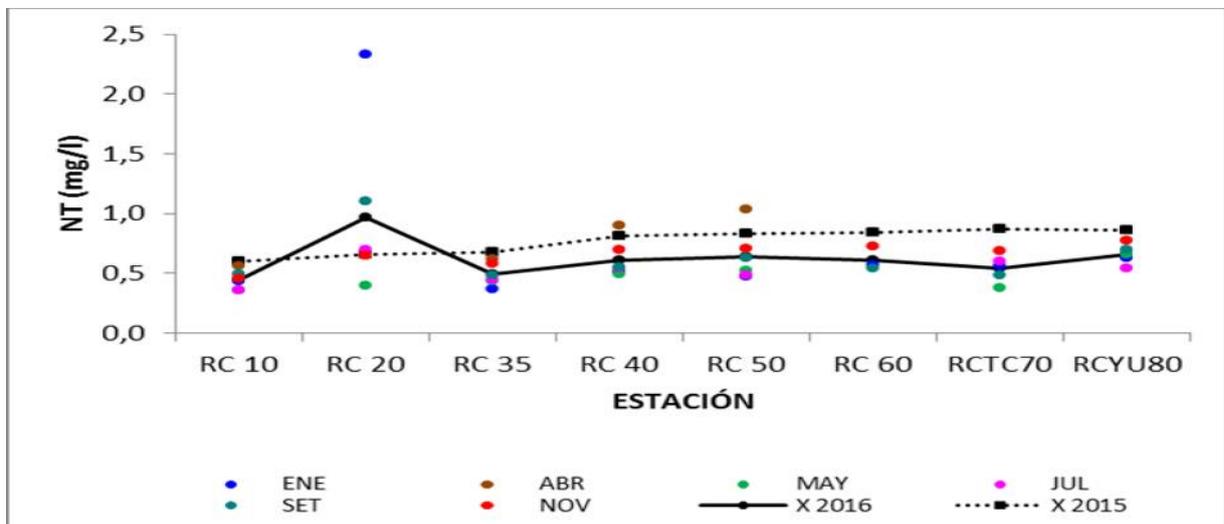
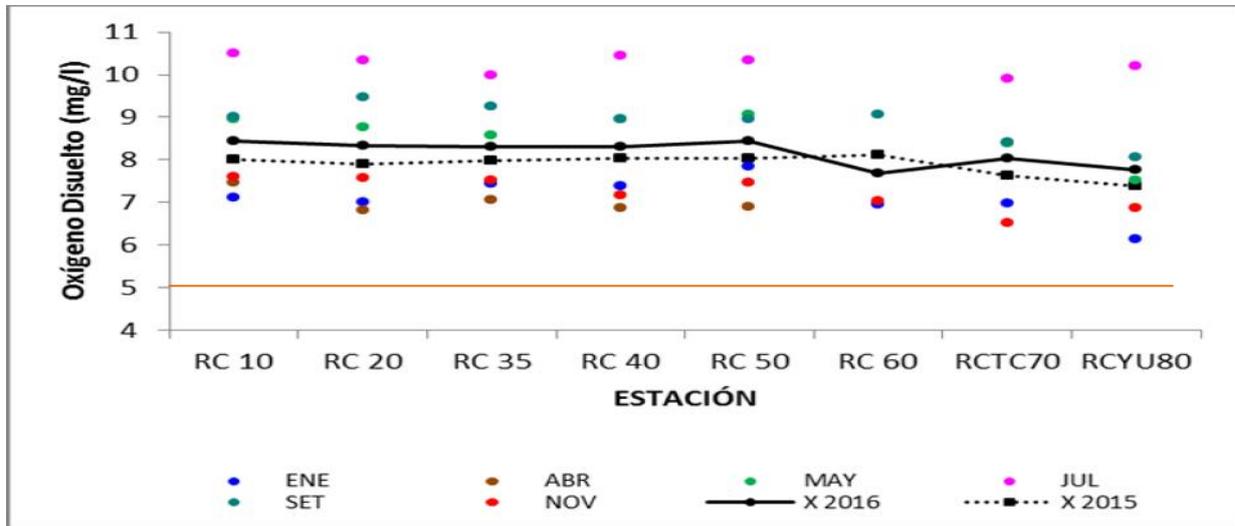


Figura 2.28 – Comparación de la distribución espacial de Nitrógeno Total entre el periodo 2015 y el 2016

6.1.3 OXIGENO DISUELTO

El comportamiento espacial para el periodo 2015, es similar al del periodo 2016 (fig. 2.29). El oxígeno disuelto se encontró dentro de los valores estándar para ambos periodos, cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto 253/79.



— Decreto 253/79

Figura 2.29 – Comparación de la distribución espacial de Oxígeno Disuelto entre el periodo 2015 y el 2016.

6.1.3.1 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

En las gráficas se observa un aumento de los coliformes termotolerantes en el periodo 2016 en comparación con el periodo 2015, en las estaciones más cercanas a la ciudad (RC20, RC35 y RC40) y una disminución en el punto más lejano hacia la desembocadura. En el año 2016, se registraron importantes eventos de precipitaciones lo que genero un gran aporte de agua de saneamiento proveniente de la ciudad lo que pudo causar dicho aumento en los coliformes detectados.

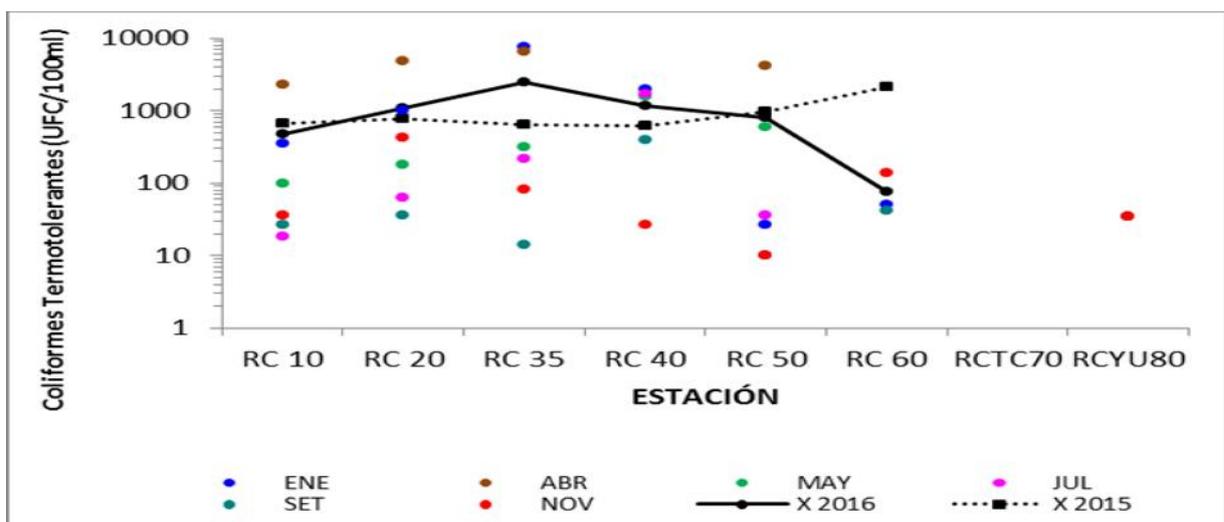


Figura 2.30 – Comparación de la distribución espacial de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2015 y el 2016

6.1.3.2 Índices de Calidad de agua

Los índices se generaron como un sistema para comparar ríos en diferentes lugares (nacional o internacionalmente) y se basan en la utilización de ciertos elementos básicos en función de los usos del agua. El "ICA", define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener.

Pueden ser utilizados para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Aplicación del ICA

En este caso utilizamos un índice llamado ICA-SL, elaborado en la Facultad de Ciencias para ser aplicado en la Cuenca del río Santa Lucía. Por tratarse de una cuenca vecina y con condiciones geomorfológicas extrapolables, se concluyó que la utilización de este índice era más cercana a la realidad que la utilización de un índice generado en el exterior.

Para la aplicación del ICA-SL, se utilizan los datos ponderados según se muestra en la siguiente fórmula, normalizados como se indica en la Tabla V

$$\text{ICA-SL} = (3 \cdot \text{OD} + 3 \cdot \text{Cond} + 2 \cdot \text{PT} + 1 \cdot \text{NO}_3 + 1 \cdot \text{SST}) / 10$$

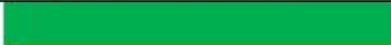
Tabla V – Normalización de los parámetros de calidad de agua utilizados en el ICA-SL

	Factor de Normalización (Ci)				
	100	75	50	25	1
Oxígeno disuelto (mg/l)	>9	9-7.7	7.6-6.3	6.2-5	<5
Conductividad (µS/cm)	<360	360-643	644-926	927-1210	>1210
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	<6	6-12	12.1-18.6	18.7-25	>25
Nitrato (µg/l)	<100	100-280	281-460	461-650	>650
Fósforo total (µg/l)	<70	70-380	380-690	690-1000	>1000

Aplicación del ICA-SL

Las clases de calidad definidas por este índice incluyen cuatro rangos de calidad, los cuales son presentados en la tabla VI

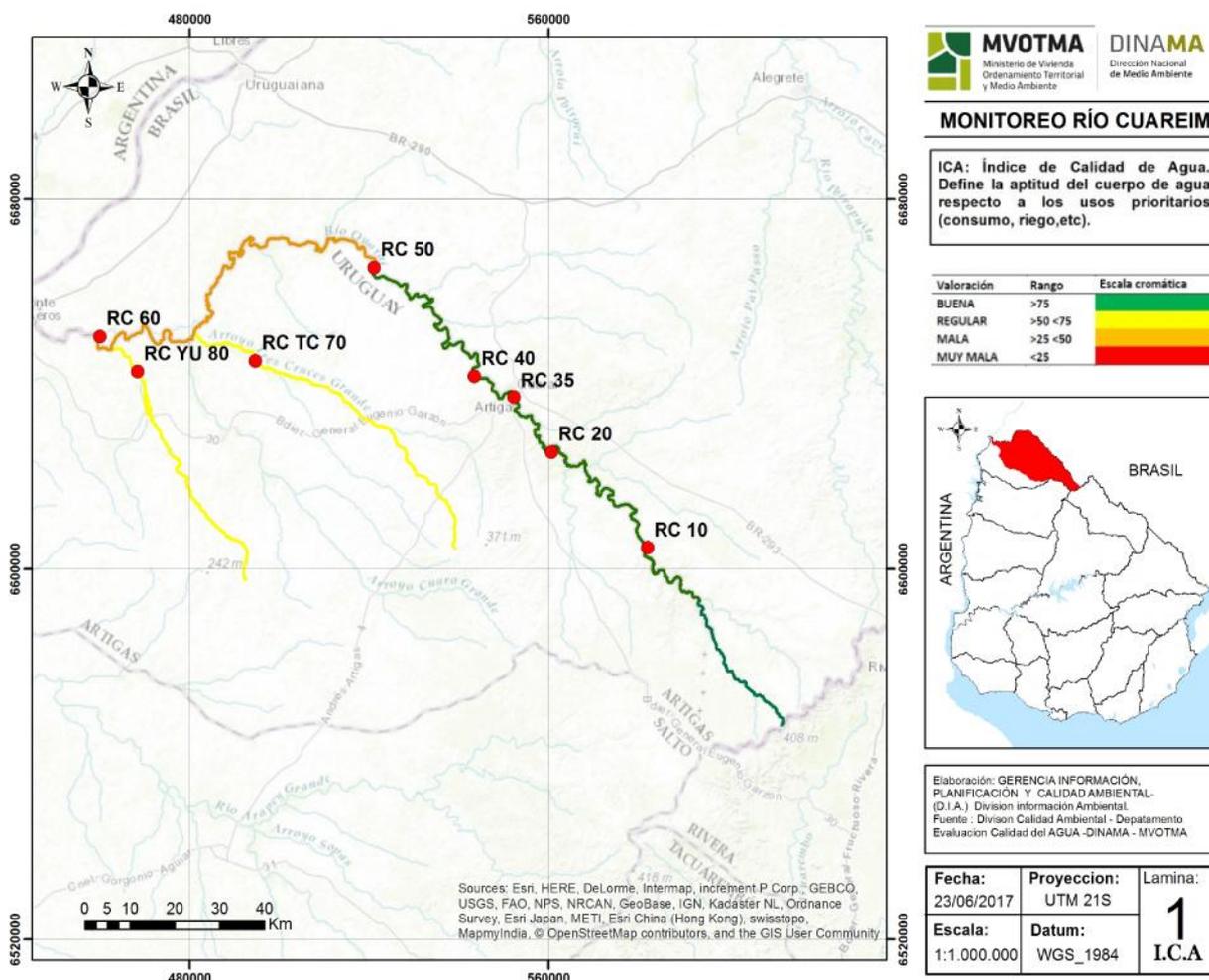
Tabla VI – Escala cromática de calidad de agua según el ICA-SL, de acuerdo con la valoración conceptual y numérica del índice.

Valoración	Rango	Escala cromática
BUENA	>75	
REGULAR	>50 <75	
MALA	>25 <50	
MUY MALA	<25	

Según los resultados que se desprenden del cálculo de ICA-SL, el río Cuareim tiene buena calidad de agua en la mayor parte de su extensión. (Figura 2.31). Si bien las estaciones RC10, RC20, RC35, RC40 Y 50, presentan un valor de calidad BUENA, el tramo entre el punto RC50 y RC60 dan como resultado una calidad MALA. Esto podría deberse a las importantes precipitaciones durante las semanas monitoreadas y al escurrimiento de zonas agrícola lindera al curso. Para los afluentes puntos RC70 y RC80, el índice muestra una calidad REGULAR, acercándose más a una calidad BUENA (Tabla VII)

Tabla VII – Resultado de la aplicación del ICA-SL en las estaciones de monitoreo del río Cuareim en 2015

RC 10	RC 20	RC 35	RC 40	RC 50	RC 60	RCTC70	RCYU80
81	80	78	80	85	41	70	65



6.1.3.3 . Índice de Estado Trófico (IET)

La eutrofización es el aumento de la concentración de nutrientes, fundamentalmente fósforo y nitrógeno, en los ecosistemas acuáticos, que tiene como consecuencia el aumento de sus productividades. Presenta efectos indeseables, entre ellos, malos olores, mortandad de peces, cambios en la cantidad y calidad de los peces de valor comercial, cambios en la biodiversidad acuática e, incluso, contaminación del agua destinada al abastecimiento público.

La finalidad del IET es clasificar los cuerpos de agua en diferentes grados de trofia, o sea, clasifica la calidad el agua según el enriquecimiento de nutrientes y su efecto sobre el crecimiento excesivo de plantas acuáticas.

En este caso, los resultados del índice, calculados a partir de los valores de fósforo total, deben ser entendidos como una medida del potencial de eutrofización, ya que este nutriente es el principal causante de este proceso.

El IET presenta la escala de calidad del agua según la concentración de las variables que muestra la tabla VIII. Entre todas, se seleccionó el fósforo total como la variable más explicativa.

El cálculo del IET se realizó, entonces, a partir de los valores de fósforo total, basándose en la fórmula de Lamparelli (2004):

$$IET = 10.(6-((0,42-0,36.(ln.PT)/ln2))-20$$

Aplicación del IET

Las clases de calidad definidas por este índice incluyen seis rangos de calidad, los cuales son presentados en la tabla VIII.

Tabla VIII – Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total, clorofila a o transparencia del agua.

Nivel trófico	Fósforo total (mg/L)	Clorofila a (µg/l)	DS (m)	IET
Ultraoligotrófico	0,013	0,74	2,4	47
Oligotrófico	0,013 < PT 0,035	0,74 < Clb-a 1,31	2,4 > S 1,7	47 < IET 52
Mesotrófico	0,035 < PT 0,137	1,31 < Clb-a 2,96	1,7 > S 1,1	52 < IET 59
Eutrófico	0,137 < PT 0,296	2,96 < Clb-a 4,70	1,1 > S 0,8	59 < IET 63
Supereutrófico	0,296 < PT 0,640	4,70 < Clb-a 7,46	0,8 > S 0,6	63 < IET 67
Hipereutrófico	> 0,640	> 7,46	< 0,6	> 67

La aplicación del IET para las estaciones del río Cuareim durante 2016 muestra que gran parte del curso principal, se encuentra en estado Mesotrófico (Tabla IX) Para las estaciones RC10, 32

RC35 y RC70 (tributario), el estado es Eutrófico, llegando a un valor de 59 lo que lo hace muy cercano al Mesotrófico. Si miramos resultados para el año 2015, podemos inferir que los resultados obtenidos son similares a los presentados para 2016. (Fig. 2.32)

Tabla IX – Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río Cuareim en 2015

RC 10	RC 20	RC 35	RC 40	RC 50	RC 60	RCTC70	RCYU80
59	57	59	59	59	58	59	57

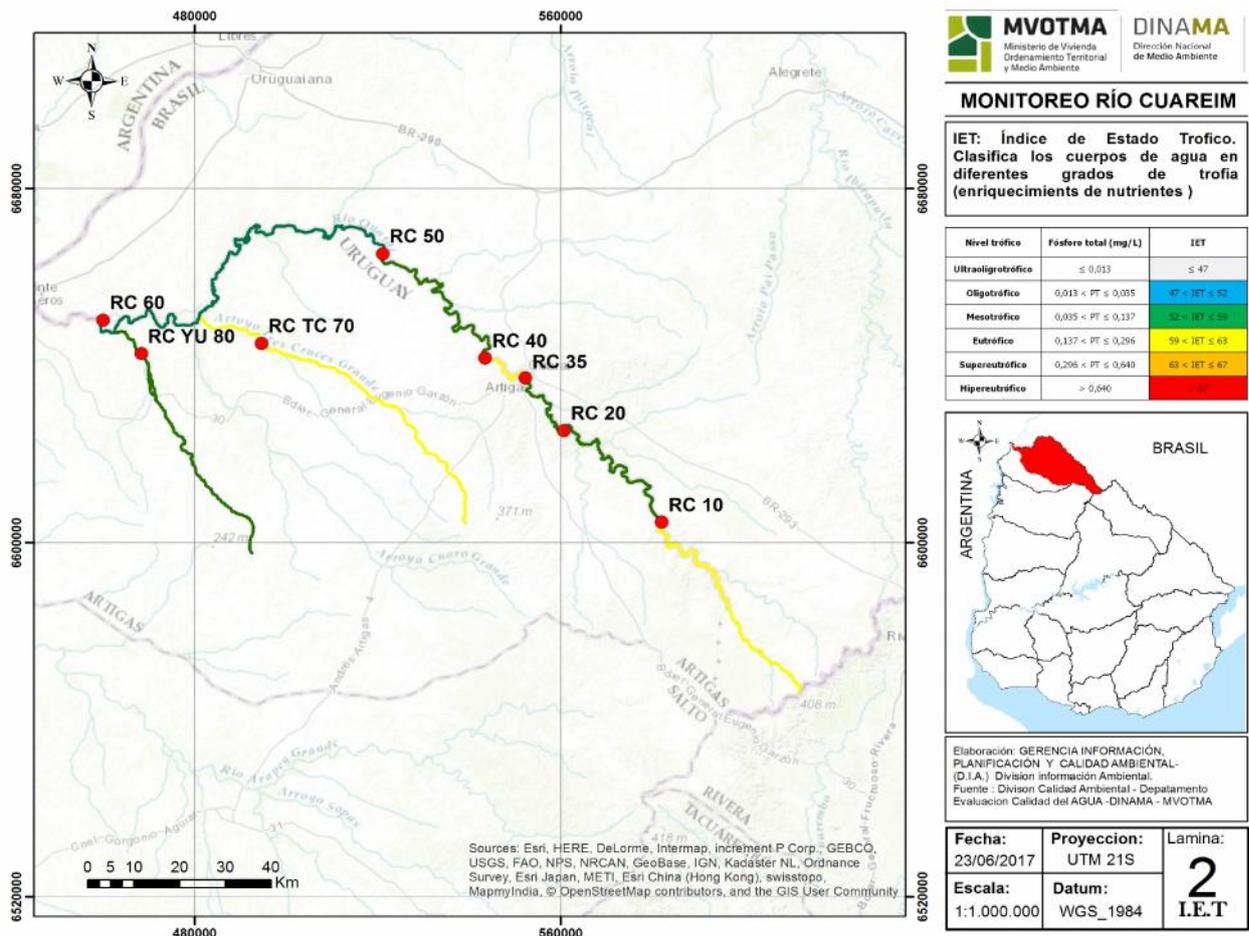


Figura 2.32 – Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de índice de estado trófico

6.1.3.4 Aplicación del IQA

En el índice aplicado por CETESB-Brasil se muestra la calidad del agua por punto monitoreado en el 2016, las variables utilizadas para dicho índice son (Ph, OD, DBO, Turbidity, Total P, Total N, Total solids y Fecal Coliforms).

Los rangos que definen las categorías son los siguientes:

Tabla X. 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	

Tabla XI. Resultados de la aplicación del IQA para los puntos monitoreados

	RC10	RC20	RC35	RC40	RC50	RC60	RCTC70	RCYU80
Water Quality Index =	71,26	70,18	68,4	66,57	70,32	76,42	81,68	85,68
Water Quality Rating =	BUENO	BUENO	MEDIO	MEDIO	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO

Como podemos observar la calidad del agua en el punto RC35 y RC40 arroja un resultado **MEDIO**. Estos puntos se encuentran frente a la ciudad de Artigas y aguas debajo de la misma respectivamente, por lo que los aportes de la ciudad pueden contribuir a dichos resultados. El resto de las estaciones monitoreadas RC10, RC20, RC50, RC60, RCTC70 y RCYU80, durante el 2016 dieron como resultado un estado **BUENO**.

Síntesis y recomendaciones.

El río Cuareim presenta un régimen hidrológico muy variable, como consecuencia de la irregularidad de las lluvias que se producen en la cuenca, el elevado coeficiente de escurrimiento y el bajo poder de retención que poseen los suelos.

Generalmente, salvo algunas excepciones que fueran mencionadas en el cuerpo del informe, las variables monitoreadas cumplen con los estándares de calidad establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos.

Además de los efluentes urbanos no se identifican otros aportes puntuales a lo largo del Río, pero se presume que son muchos los aportes difusos, considerando los usos del suelo en la cuenca.

Esta cuenca presenta una presión significativa en lo que refiere a la utilización del agua para riego, por lo cual es imprescindible mantener el monitoreo, ya que esto puede generar alteraciones significativas a su futura calidad.

Si bien esta segunda etapa del Plan de monitoreo, llevada a cabo desde la finalización del Programa Twinlatin, ha contribuido a incrementar el conocimiento sobre el estado de calidad de las aguas de este recurso compartido, aún queda mucho por investigar. Se entiende necesario reformular las actividades de campo, es decir:

- Obtener datos de precipitaciones en la cuenca.
- Releva información de calidad de agua obtenida por Brasil
- Implementar muestreos para orgánicos en nueva matriz
- Considerar el análisis de nuevas variables

ANEXO

Promedio de caudal durante los monitoreos realizados en 2016

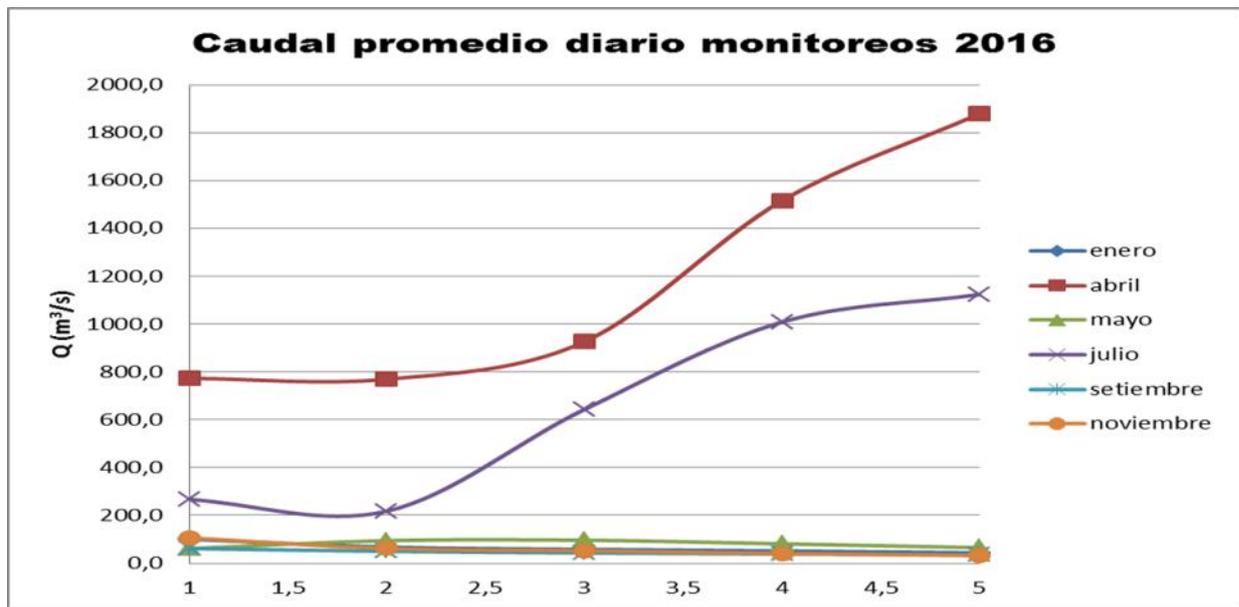
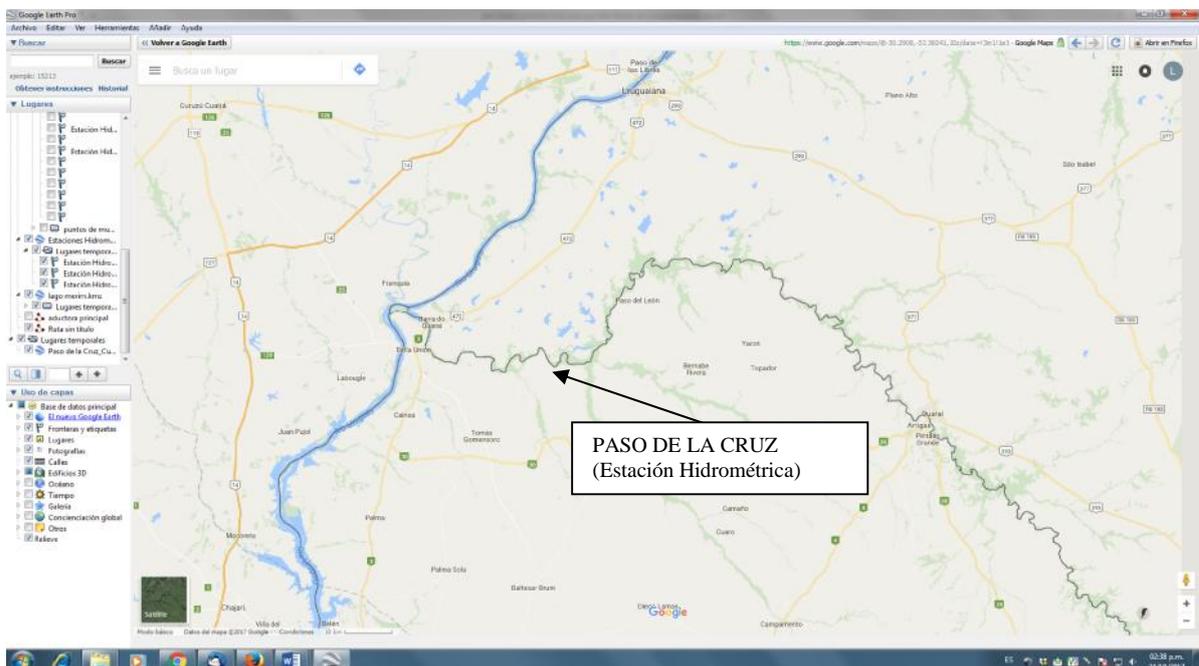


Figura 2.33 – Caudal promedio en los días de monitoreo- PASO DE LA CRUZ (Estación Hidrométrica)



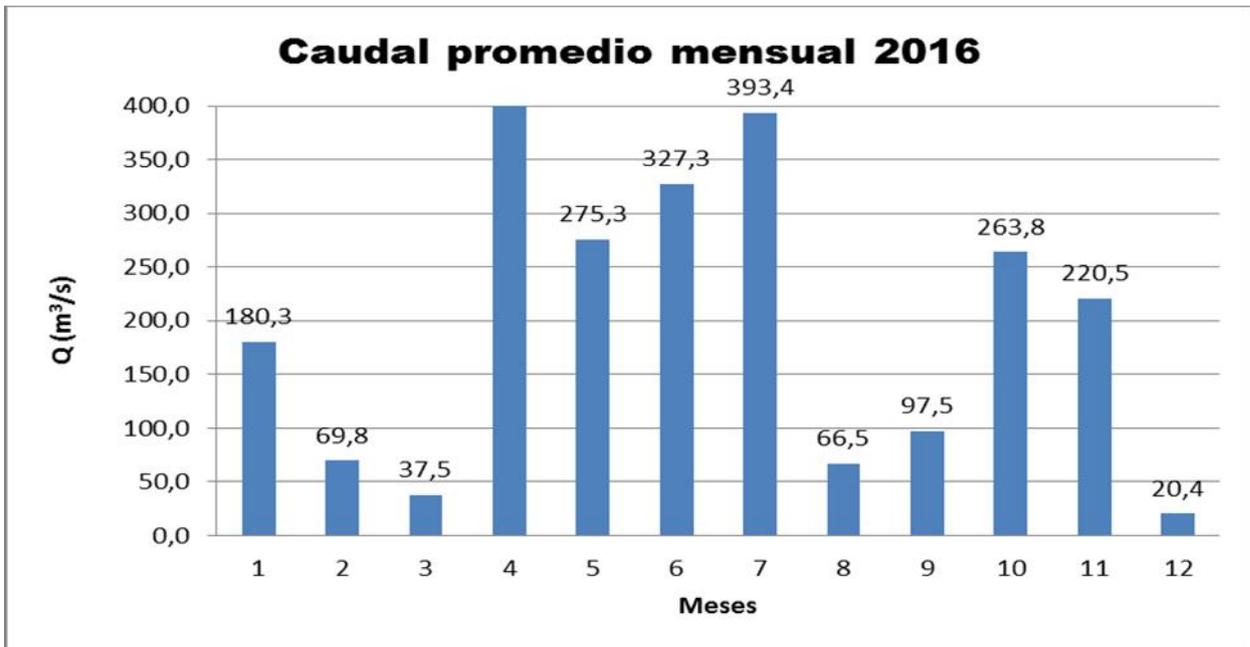


Figura 2.34 – Caudal promedio mensual - PASO DE LA CRUZ (Estación Hidrométrica)

LISTA DE ACRONIMOS

CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment.
DIEA	Dirección de Estadísticas Agropecuarias
DECA	Departamento de Evaluación de Calidad de Agua.
DINAGUA	Dirección Nacional de Agua
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente.
EPA	Agencia de Protección Ambiental.
GEMS/W	Sistema Global de Monitoreo Ambiental/Agua
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OSE	Obras Sanitarias del Estado

UNIDADES DE PESO Y MEDIDAS

°C	grados Celsius
µg	microgramos
µl	microlitros
µm	micrómetros
<	menor a
>	mayor a
%	porcentaje
cm	centímetros
g	gramos
Km	kilómetros
Km ²	kilómetros cuadrados
l	litros
mg	miligramos
ml	mililitros

BIBLIOGRAFIA

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, 2005". American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, USA.

DINAMA – Laboratorio Ambiental. 2009. Manual de Procedimientos Analíticos para Muestras Ambientales. 2da Edición.

García, C.; A. Cendón; J. Martínez y G. Yorda. 2008. Proyecto Twinlatin: Río Cuareim, Uruguay. Informe Técnico DINAMA.

GEMS/Agua. 1994. Guía operativa. 3^a Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM. GESTA Agua, 2008. Borrador de trabajo GESTA Agua. Propuesta de modificación del Decreto 253/979 y modificativos. Manuscrito: 1-19

Gussoni, J. 2009. Río Cuareim. Primer encuentro de Organismos de Cuenca de America Latina y el Caribe. Foz do Iguaçu, Nov/2009.

LAMPARELLI, M. C., 2004. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 235 ppPraderi R. y J. Vivo. 1970. Ríos y Lagunas. Colección nuestra tierra N° 36.

Quintans, F. 2015. Propuesta de aplicación de índices de calidad de agua para la Cuenca del Santa Lucía. Informe de consultoría. Proyecto PNUD URU/14/001. DINAMA-DCA: 1-29

Martínez 2015: Río Cuareim, Uruguay. Informe Técnico DINAMA.

Uruguay. 1979. Decreto 253/79 y modificativos. Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas.

