



PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

PROGRAMA MARCO PARA GESTÃO SUSTENTAVEL DOS RECURSOS HIDRÍCOS DA BACIA DO PRATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS DECORRENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS DO CLIMA



SUBCOMPONENTE II.2

EVALUACION Y MONITOREO DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

Gestión Integrada de Recursos Hídricos

Informe final

Alejandro Capeluto

Noviembre 2014



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



INDICE

1. Introducción	3
2. Objetivo	3
3. Visión de la problemática de la cuenca desde la perspectiva calidad de agua e identificación de aspectos transfronterizos	4
4. Revisión de los trabajos realizados - GT Calidad de agua.....	5
5. Revisión de estudios y proyectos antecedentes	31
6. Problemas transfronterizos	49
7. Posibles incidencias del cambio climático.....	50
8. Conclusiones y recomendaciones para el ADT.....	51
9. Bibliografia	53



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



1. Introducción

El presente informe tiene por cometido integrar y consolidar los trabajos realizados en el contexto del Programa Marco de Acciones Estratégicas, Sub-Componente II.2: Calidad de Agua. En el referido contexto se creó el Grupo Temático para abordar el tema de interés del sub-componente, integrándose por especialistas de los 5 países.

Los resultados específicos planteados para el Grupo temático fueron:

- La obtención de una línea de base sobre cantidad y calidad de agua para la Cuenca del Plata y guía metodológica para el monitoreo.
- Una red de monitoreo básica de cantidad y calidad de agua basada en redes nacionales existentes y fortalecidas, y protocolos de comunicación para los principales cuerpos y cursos de agua transfronterizos.
- Una identificación de fuentes de contaminación en una base de datos. Análisis de vacíos de información en áreas críticas para la formulación de escenarios futuros, basados en la aplicación de modelos matemáticos existentes.
- Estructuras de apoyo e información técnica para el desarrollo de políticas comunes sobre la calidad del agua, y equipamiento de estaciones y personal, con vistas a planes de contingencia.

Las tareas concretas abordadas e implementadas por el grupo temático fueron:

- Confección de una guía metodológica para la evaluación de la calidad del agua.
- Ejecución de 2 campañas de muestreo para las estaciones de muestreo definidas en la guía metodológica.
- Estimación de las cargas contaminantes de DBO, fósforo y nitrógeno para cada sub cuenca.
- Comparación del marco normativo de cada país en relación a los límites de admisibilidad de los distintos parámetros de calidad de interés.

2. Objetivo

Como objetivo concreto, el presente trabajo se enfoca en la obtención de los siguientes resultados:

- Presentar una visión de conjunto de la problemática de la calidad del agua en la cuenca e identificación de aspectos transfronterizos
- Análisis de resultados de la primera campaña de muestreo, observando evidencias de problemas de contaminación. Estimación de cargas asociadas teniendo en cuenta los caudales.
- Contraste de los resultados de las campañas con la estimación de cargas realizada para Fósforo, Nitrógeno y DBO, sin pretender la obtención de una buena consistencia, sino mas bien el exhibir el ejercicio que deberá realizarse en las sucesivas campañas a los efectos de un pulimiento tanto de las estimaciones como de la identificación de las fuentes de contaminación.
- Confrontación de resultados de campaña con valores de normativas
- Revisión de estudios y proyectos antecedentes externos al programa marco.
- Revisión de zonas problemáticas enumeradas en Macro ADT en función de campañas y estimación de cargas.
- Conclusiones y recomendaciones para el PAE



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



3. Visión de la problemática de la cuenca desde la perspectiva calidad de agua e identificación de aspectos transfronterizos

Tal como se menciona en los términos de referencia del Programa Marco, en la Cuenca del Plata existen importantes procesos de contaminación orgánica y química derivados de diversas actividades humanas que en la misma se desarrollan. Con mayor o menor relevancia, según se detallará mas adelante, entre dichas actividades se identifican:

Fuentes puntuales de contaminación sin tratamiento adecuado de efluentes:

- actividad industrial
- actividad minera
- generación de efluentes cloacales de asentamientos humanos

Fuentes difusas asociadas principalmente a la actividad agrícola y el uso intensivo de agroquímicos.

Cabe mencionar que mas allá de las fuentes contaminantes, determinadas intervenciones en los cursos de agua de la cuenca que provoquen ciertas condiciones en el régimen de escurrimiento, también pueden generar o potenciar determinados tipos de contaminación como es el caso de los embalses y el desarrollo de blooms algales o la fragmentación de los ecosistemas allí presentes.

Pero para caracterizar la problemática presente en la cuenca e incluso anticipar en que sentido se podrá desarrollar, basta observar la actividad productiva en la región. De esta simple observación sobresale tanto por su volumen como por su extensión espacial la actividad agrícola - ganadera en toda la cuenca, la cual genera aportes en forma difusa a través del uso de fertilizantes utilizados en los cultivos y heces del ganado. Asimismo las acciones de deforestación y laboreo de las tierras asociadas a esta actividad provocan que los contaminantes allí presentes se liberen en una mayor proporción debido a un mayor lavado del suelo que como consecuencia de dichas acciones se produce. El concepto técnico asociado a la proporción de contaminante que llega del suelo al curso de agua es denominado "coeficiente de transporte". Tanto la contaminación química y orgánica, como la erosión y por lo tanto generación y transporte de sedimentos se encuentran asociadas a dichas acciones, las cuales al no ser contrarrestadas con una serie de buenas prácticas agropecuarias terminan impactando en la calidad de los cursos de agua.

La otra fuente contaminante extendida a nivel de toda la cuenca es la asociada a los efluentes cloacales no tratados o insuficientemente tratados que se vierten a los cursos de agua, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos en zonas inundables (ambos problemas asociados al saneamiento de centros poblados). Esta fuente puede impactar con distintas formas de contaminación (patógena, orgánica, nutrientes, etc.). Según surge de las cadenas causales establecidas en el Macro ADT, se pueden encontrar causas económico-gerenciales como la falta de inversión en construcción y mantenimiento de infraestructura de tratamiento, así como en la adecuada gestión de la calidad. Pero también se pueden encontrar causas político institucionales como es la falta de visión y de una política de gestión integrada de la cuenca, así como la heterogeneidad de normativas, estándares y percepción de la importancia del tema a nivel de la política de cada estado. Finalmente, también se identifican causas socio-culturales como es la pobreza y su implicancia en la falta de capacidad para la gestión sustentable de los recursos hídricos, incapacidad de cumplimiento de normativas existentes, y la falta de educación ambiental y por lo tanto de valoración de los servicios ambientales.



Otra problemática a destacar, aunque ya no por su generalidad geográfica o espacial, sino por la importancia de su impacto es la actividad minera en la vertiente desde territorio boliviano. En dicha zona existen varios pasivos ambientales vinculados a la actividad minera de larga data, los cuales generan contaminación con metales pesados y sedimentos. Esto surge de una falta de recursos para mitigar este tipo de contaminación. Nuevamente se encuentran causas político institucionales como la falta de visión y gestión integradas, heterogeneidad de normativas y su desarrollo así como de la percepción de la importancia a nivel de cada estado, y causas socioculturales similares a las ya citadas, según se enunciara en su momento en las relaciones causales identificadas en el Macro ADT.

Se identifican entonces como aspectos transfronterizos desde la perspectiva de la calidad del agua, entendiendo por tales, aquellos que caracterizan o interesan a mas de un país en la cuenca los siguientes:

- partiendo de una base económico-productiva común de tipo agrícola ganadero, la calidad del agua en los cursos de agua de la mayoría de los países de la cuenca se ven influidos por las actividades vinculadas a tal actividad.
- numerosos centros urbanos con soluciones de saneamiento (residuos líquidos y sólidos) que garantizan un bajo grado de tratamiento
- existencia de numerosos embalses de diverso porte

4. Revisión de los trabajos realizados - GT Calidad de agua

Guía metodológica

Con el fin de obtener una línea de base de la calidad de agua en la Cuenca del Plata, el grupo temático implementó a nivel de cada país, a través de los respectivos representantes y coordinadores nacionales, así como de la coordinación general, la realización de campañas de muestreo en diversos cursos de agua en toda la cuenca. Para ello, previamente fue necesario elaborar una guía metodológica en la cual se definieron las estaciones de muestreo, parámetros a analizar, técnicas de toma de muestra, protocolo de cadena de custodia y estándares de realización de análisis.

Las estaciones de muestreo definidas son 40, a saber:

- 13 en Argentina
- 9 en Bolivia
- 8 en Brasil
- 4 en Uruguay (2 de ellas coinciden con 2 de Argentina)
- 8 en Paraguay

En el cuadro a continuación se identifican las estaciones.



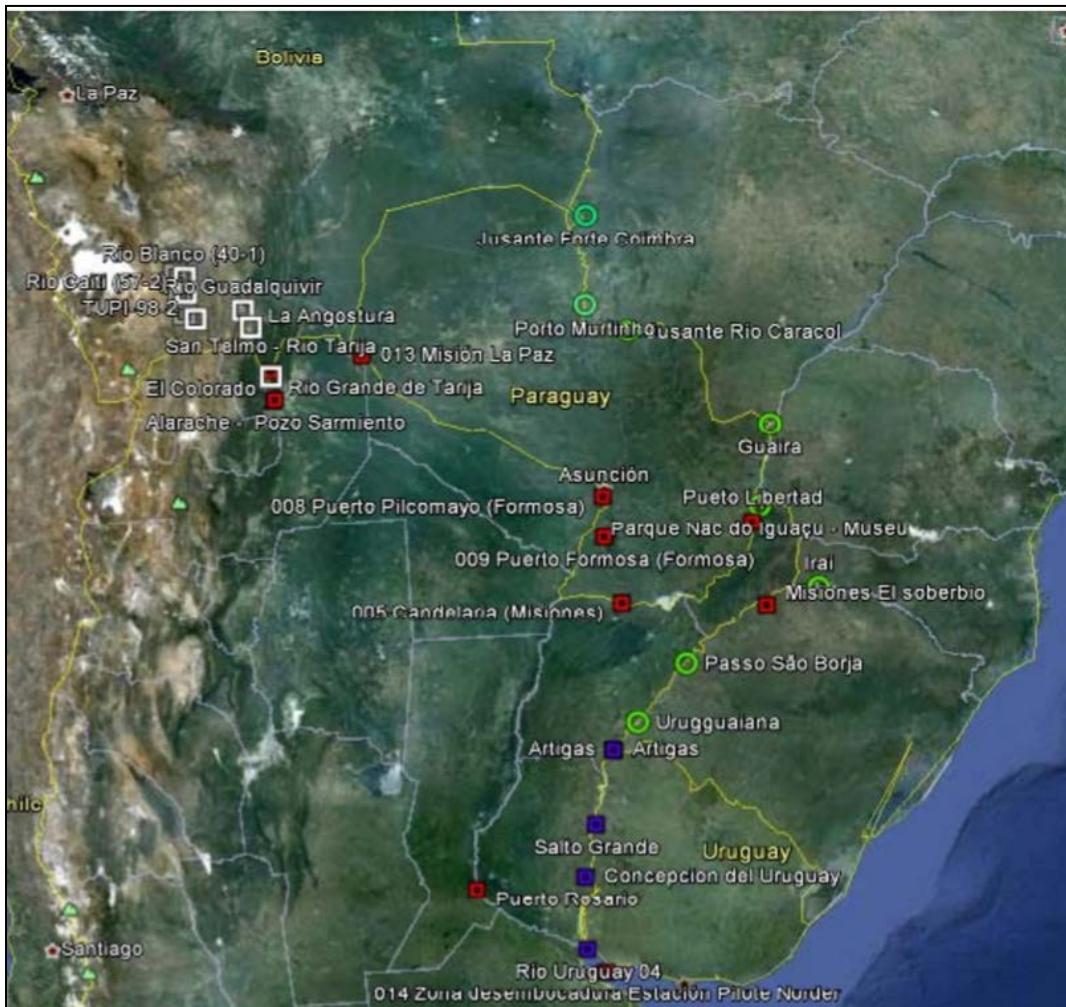
Tabla 1 - Estaciones de monitoreo

Código CIC	Nombre del río	Nombre de la Estación
AR01	Río Uruguay	El Soberbio
AR04	Río Paraná	Puerto Libertad
AR05	Río Paraná	Candelaria
AR06	Río Paraná	Puerto Rosario
AR07	Río Paraná	Goya
AR08	Río Paraguay	Puerto Pilcomayo
AR09	Río Paraguay	Puerto Formosa
AR10	Río Bermejo	Alarache en Río Bermejo
AR11	Río Bermejo	El Colorado
AR12	Río Pilcomayo	Misión La Paz
AR13	Río de la Plata	Zona desembocadura Estación Pilote Norder
BO1	Río Bermejo	Río Guadalquivir
BO10	Río Pilcomayo	Río Tupiza (TUPI-98-2)
BO11	Río Pilcomayo	Río Tupiza (TUPI-102-1)
BO2	Río Bermejo	Río Tarija (la Angostura)
BO3	Río Bermejo	Río Grande de Tarija
BO4	Río Pilcomayo	Río Blanco (BLAN-35-2)
BO5	Río Pilcomayo	Río Blanco (BLAN-40-1)
BO6	Río Pilcomayo	Río Caiti (CAIT-57-2)
BO7	Río Pilcomayo	Río Caiti (CAIT-061-1)
BR01	Río Paraná	Guaira (PCD INPE)
BR03	Río Iguacu	Parque Nac. Iguacu Museu
BR04	Río Paraguai	Jusante Forte Coimbra
BR05	Río Paraguai	Porto Murtinho (PCD INPE)
BR06	Río Apa	Jusante Río Caracol
BR07	Río Uruguai	Irai (PCD INPE)
BR08	Río Uruguai	Passo Sao Borja (PCD INPE)
BR09	Río Uruguai	Uruguiana (PCD INPE)
UY01	Río Uruguay	Ciudad de Bella Unión
UY02/AR02	Río Uruguay	Salto Grande
UY03/AR03	Río Uruguay	
UY04	Río Uruguay	
PY01	Río Paraguay	Concepción
PY02	Río Paraguay	Viñas Cué
PY03	Río Paraguay	Pilar
PY04	Río Paraguay	Bahía Negra
PY05	Río Apa	San Carlos
PY06	Río Paraguay	Vallemí
PY07	Río Paraná	Itá Cora
PY08	Río Paraná	Salto del Guairá





Figura 1 - Ubicación de las estaciones de muestreo



En cuanto a los parámetros a analizar, se agruparon de la siguiente forma:

- Parámetros a realizar in situ (temp. del agua, turbiedad, pH, conductividad, OD, prof. Secchi, caudal)
- Parámetros de laboratorio básicos, que se realizarán en todas las estaciones de muestreo (Color, alcalinidad, dureza, sulfatos, cloruros, Calcio, Sodio, Coliformes totales y fecales, Nitrógeno, Fósforo, DBO, DQO, COT, COD, Clorofila A, Sólidos, Fitoplancton, etc.)
- Parámetros de laboratorio específicos, que se establecieron según el cuadro a continuación:



Tabla 2 - Parámetros de laboratorio específicos

Cuenca	Parámetros
Río Uruguay	Plaguicidas organoclorados (AOX, Endosulfan α y β, Aldrín, Dieldrín, DDT, DDD, Heptaclor, Heptaclorepoxi, Mirex, Lindano); Sustancias fenólicas (Antipirina)
Río Pilcomayo	Cianuros; Plaguicidas organoclorados (Lindano, Heptacloro, Aldrín, Heptacloro Epóxido, Endosulfán I, Dieldrin, Endrin, Metoxicloro, Hexaclorobenceno, Clordano, 4,4'DDE+4,4'DDD, 4',4'DDT); Hidrocarburos, Sustancias Fenólicas
Río Bermejo	Igual Río Pilcomayo
Río Paraguay	Plaguicidas organoclorados (igual Río Pilcomayo); Hidrocarburos; Sustancias fenólicas
Río Paraná	Igual Río Paraguay

Detalles relativos a las técnicas de toma de muestra, protocolo y estándares, se pueden consultar en la propia Guía metodológica.

Campañas de muestreo

Entre 2013 y 2014 se realizaron 2 campañas de muestreo, que tal como se comentó, procuran establecer una línea de base en relación a la calidad del agua en la Cuenca del Plata. De la primer campaña, realizada en las fechas que se muestran en el cuadro a continuación, ya se cuenta con resultados, los cuales serán analizados en el presente informe. Los resultados de la segunda campaña, realizada en el transcurso de 2014, aún se encuentran en proceso.

Tabla 3 - Fechas de muestreo de la primera campaña

Argentina	Brasil	Bolivia	Paraguay	Uruguay
29/10 a 13/11	17/8 a 24/8	3/9 a 9/9	15/7 a 17/7	4/6 a 6/6

Cabe señalar que Brasil optó por complementar la batería de análisis de los parámetros definidos en la guía metodológica con la realización en paralelo de un biomonitoring, en el cual se toman muestras de determinados organismos como bioindicadores.

Como se verá en la presentación de los resultados, al momento de implementar las campañas, surgieron varias modificaciones al conjunto de puntos de muestreo por diversos motivos como pueden ser la accesibilidad, etc.

Resultados de las campañas de muestreo

En el presente apartado se analizarán los resultados de la primera campaña de monitoreo. Como se comentó, aún no se cuenta con los resultados de la segunda campaña.

Los resultados se presentan por país, confrontando los mismos con los límites de normativa de todos los países de la cuenca (Normativa comparada extraída del anexo II de la Guía



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



Metodológica). Según apenas se excedan o lo hagan largamente, se colorean las celdas correspondientes en amarillo o rojo, pudiéndose así identificar rápidamente la problemática presente en cada país según esta primer campaña de muestreo.

Argentina

A nivel de parámetros básicos, resalta el tema nutrientes, apareciendo el Fósforo excedido de los valores de norma en los ríos Uruguay, Paraná y Paraguay, y el Nitrógeno en el Pilcomayo y Bermejo.

Respecto a los metales pesados, se evidencia claramente el problema en el río Pilcomayo, encontrándose diversos elementos. También se observa presencia de Hierro en el río Paraguay, sobre Puerto Formosa y algo de Mercurio en el río Paraná sobre Puerto Rico.

Figura 2 - Estaciones de muestreo - Argentina

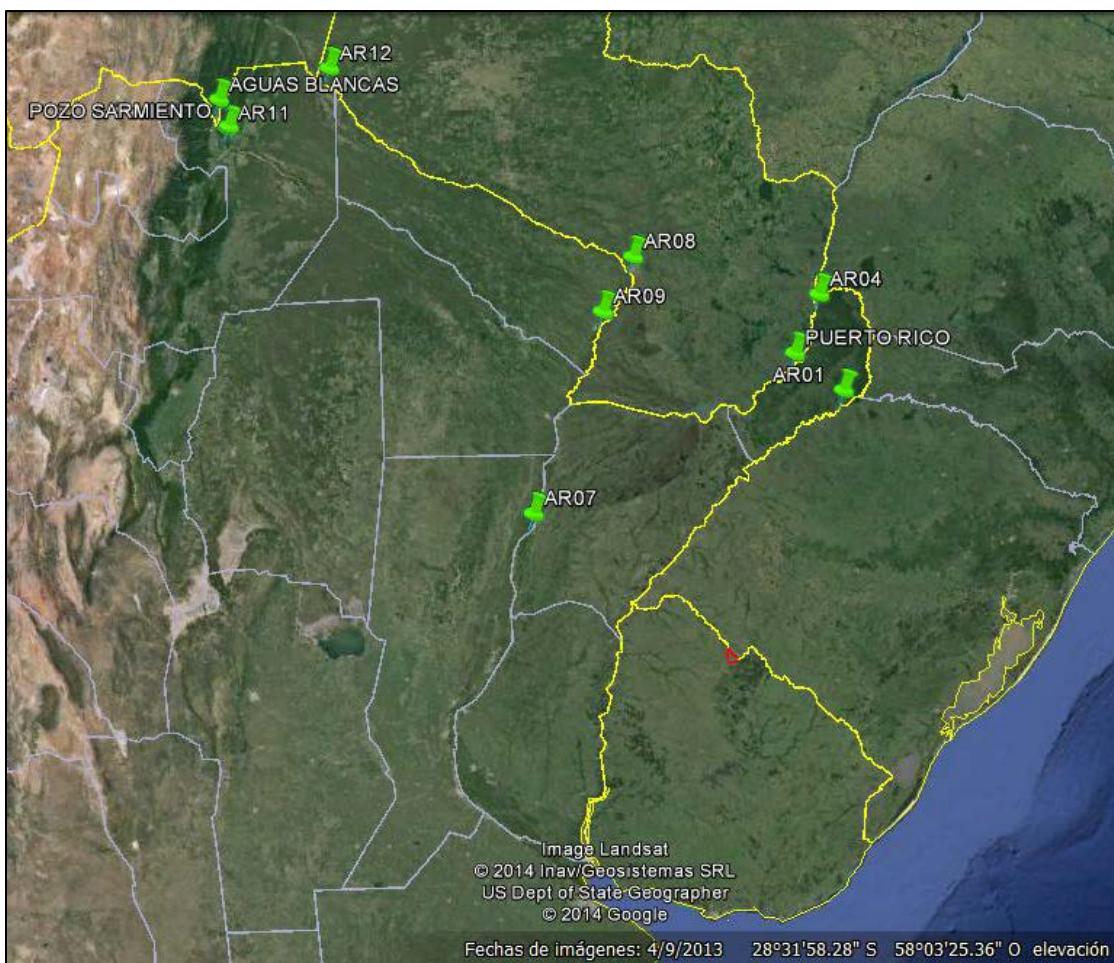


Tabla 4 - 1era campaña de muestreo - Argentina - Parámetros básicos

Parámetros Básicos							Mínimo valor a alcanzar	AR01	AR04		AR07	AR08	AR09			AR11	AR12	
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Uruguay	Río Paraná	Río Paraná	Río Paraná	Río Paraguay	Río Paraguay	Río Bermejo	Río Bermejo	Río Bermejo	Río Pilcomayo	
								El Soberbio	Puerto Libertad	Puerto Rico	Goya	Puerto Pilcomayo	Puerto Formosa	Aguas Blancas	Pozo Sarmiento	El Colorado	Misión La Paz	
Conductividad								51	59,5	56,2	66	154,7	167,4	227	419	650	958	
OD								7,53	8,1	6,9			10,4	10		8,9		
Sodio	mg/L							2,9	0,002	5	5,19			15	43		102	
Potasio	mg/L							2,3	0,005	3	3,2			1,6	3,5		5,9	
COD	mg/L							7,3	2,3	2,4	4,3	7,2	20	2,7	3,7	13,7	3,7	
pH	unidades de	8,5-8,5*	6,0-8,5*	6,0-9,0	6,0-9,0	6,5-8,5*		6,55	6,25	7,7	6,9	7,8	7,05	7	7,2	8,47	6,6	
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l											75	36	86	102	175	235	
Carbono orgánico total	mg C/l																	
Cloruro	mg Cl/l	350*	250*	250	250			5	3	6	5	21	13	14	50	38	50	
Color	unidades	5*		75	15	Ausente b						294	201	6	9	370	12	
DBO ₅	mg O ₂ /l	2	5	3	10			6,4	7	8,1	10,8			< 2	4		< 2	
DQO	mg O ₂ /l	5							< 5	11	11	14			3	9	10	
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400*			750				10	11	12	12	86	57	72	89	192	184
Calcio	mg Ca/l	200*							1,8	2,2	2,6	2,3	13	12	17	29	51	43
Magnesio	mg Mg/l	100*							1,25	1,4	1,4	1,4	13	9	7,4	4,1	35	18
Cianuro	mg CN/l	0,02 a	0,005	0,2	0,005				ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Fósforo Total	mg P tot/l		0,1	0,025	0,025			0,025	0,155	0,17	0,15	0,18	0,11	0,04			0,72	
Fósforo-Ortofósfato	mg P-PO ₄ /l	0,13 a							0,0175	0,006	0,0075	0,012	0,33				0,67	
Nitrógeno-Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016		0,016	< 0,005	0,005	0,01	0,01	< 0,1	< 0,1	0,15	0,05	0,05	0,1
Nitrógeno-Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1*	0,05	1	1				0,1				< 0,022	0,023	< 0,03	< 0,03	0,012	< 0,03
Nitrógeno-Nitrato	mg N-NO ₃ /l	10*	1:00 a.m.	10,0 mg/l N	10	10		4,5	0,77	0,335	0,35	0,5	1,2	1,3	1	1	0,8	6
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3													
Turbidez	UNT	3*	10	100	40	50			42,2	12,7	8,3	23,8	46	50	41	11	90	2120
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l	0,5 a	0,5	Ausentes	0,5		0,5											
Coliformes totales	NMP																	
Coliformes fecales	NMP	< 3	< 50 y < 5 en			2000 en									< 30	< 30	207	230
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1											23	240	4300	1500	1500	9300
Coliformes Fecales	UFC/100 ml												11	21				
Escherichia Coli	Pres-		1000															
Sólidos Suspensos	mg Sol. Susp.								0,058		0,008	0,061				2		241
Sólidos Totales	mg Sol. Tot/l														28	42	370	364
Sólid. Disuelto. Tot.	mg	1500*	1000*	500	500								77,6	73,8	25	40		115
Sulfato	mg SO ₄ /l	400*	300*	250	250				4,5	1	4,6	7,2	21	20	14	28	70	138
Clorofila "A"	µg/l			30					< 5									

*# Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII

* Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina

No amerita atención particular respecto a los límites de detección a utilizar

No se indica valor alguno en la legislación

Parámetros agregados por actualización

Tabla 5 - 1era campaña de muestreo - Argentina - Compuestos orgánicos y metales pesados

Tabla 6 - 1era campaña de muestreo - Argentina - Compuestos organoclorados

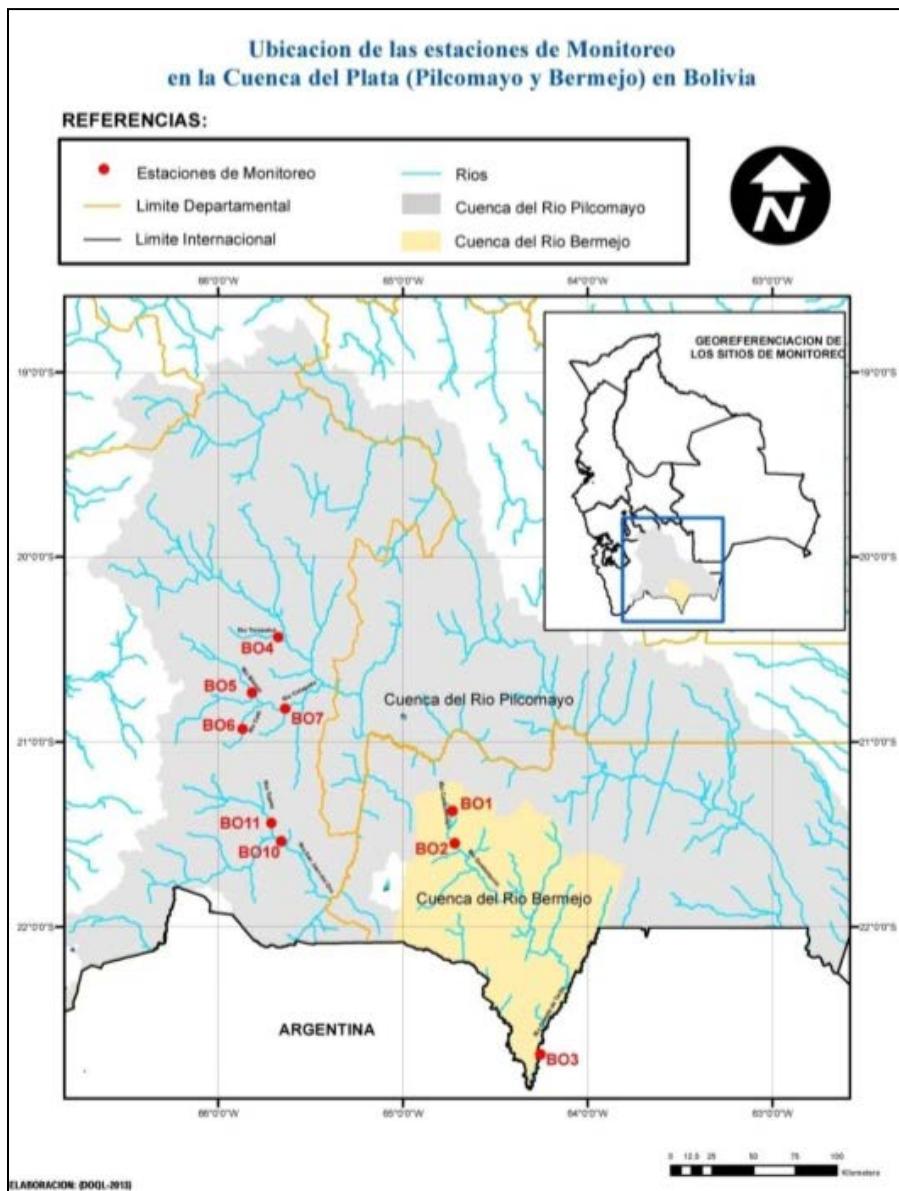


Bolivia

En el caso de los puntos de muestreo en Bolivia, los parámetros básicos que sobresalen por presentar valores que exceden los límites de normativa son el Cianuro de forma general en las cuencas del río Pilcomayo y el Bermejo, Fósforo en el río Bermejo, y Amoníaco de forma general en ambas cuencas.

Sin embargo, son los metales pesados es el tipo de contaminación mas notoria (como es sabido) en las cuencas de los ríos Pilcomayo y Bermejo. Esta primer campaña refleja claramente esta situación, evidenciando la presencia de prácticamente todos los metales analizados en en todos las estaciones de muestreo.

Figura 3 - Estaciones de muestreo - Bolivia



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Tabla 7 - 1era campaña de muestreo - Bolivia - Parámetros básicos

Parámetros Básicos							Mínimo valor a alcanzar	BO1	BO2	BO3	BO4	BO5	BO6	BO7	BO10	BO11	
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Bermejo	Río Bermejo	Río Bermejo	Río Pilcomayo						
								Carachimayo	Guadalquivir	Grande de Tarija	Toropalca	Blanco	Caiti	Cotagaita	Tupiza	San Juan del Oro	
Conductividad								280	110,6	784	550	1596	1055	1593	1222	1065	
OD								6,98	8,2	4,76	7,22	6,62	6,88	6,75	6,51	8,05	
Sodio	mg/L																
Potasio	mg/L																
COD	mg/L																
pH	unidades de	6,5-8,5#	6,0-8,5 a	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5-8,5 b											
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l							9,5	43	121	94	16,5	32	56	124,5	152	
Carbono orgánico total	mg C/l							2	2	3,3	2,3	2	2	2	2	2	
Cloruro	mg Cl/l	350#	250 a	250	250			2,23	5,335	113,16	30,77	25,31	21,34	34,365	39,7	44,665	
Color	unidades	5#		75	15	Ausente b		5	7,5	5	7,5	6,25	6	4,75	5	5	
DBO ₅	mg O ₂ /l		4	5	3	10		1,5	10	29,5	1	1	1,5	1	1	2	
DQO	mg O ₂ /l		5					5	28	80,5	5	5	7,5	5	5	5	
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400#			750			105,5	38	182,5	178	870	500	817,5	600	445	
Calcio	mg Ca/l		200 a					18,44	8,82	51,105	36,27	120,24	72,14	120,24	104,21	100,2	
Magnesio	mg Mg/l	100 a						14,46	3,885	13,365	21,26	138,51	77,76	125,75	82,62	47,38	
Cianuro	mg CN/l		0,02 a	0,005	0,2	0,005	0,005	0,000	0,020	0,020	0,047	0,020	0,000	0,030	0,020	0,020	
Fósforo Total	mg P tot/l			0,1	0,025	0,025	0,025	0,01	1,255	2,275	0,01	0,01	0,01	0,025	0,01	0,01	
Fósforo-Ortofosfato	mg P-PO ₄ /l		0,13 a					0,01	1,105	2,115	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Nitrógeno-Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016	0,016	0,06	2,135	0,06	0,06	0,06	0,06	0,115	0,055	0,11	
Nitrógeno-Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1#	0,05	1	1			0,1	0,01	0,085	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,195	
Nitrógeno-Nitrato	mg N-NO ₃ /l	10*	1:00 a. m.	10,0 mg/l N	10	10		4,5	0,01	1,28	3,865	2,805	3	4,08	3,215	4,41	2,12
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3			1,25	3,85	1,75	1,4	2,1	1,75	2,625	1,75	1,225	
Turbidez	UNT	3#	10	100	40	50		3,3	2,8	14	65	13	6,2	110	8,3	30	
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l		0,5 a	0,5	Ausentes	0,5	0,5										
Coliformes totales	NMP		<3	<50 y <5 en			2000 en										
Coliformes fecales	NMP																
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1						5150	493000	92500	19000	550	15500	33000	11950	43500	
Coliformes Fecales	UFC/100 ml							3550	75600	40500	2,5	2	13,5	3500	750	45,5	
Escherichia Coli	Pres.			1000				2520	40500	4000	1,5	1	6,5	1000	100,5	8	
Sólidos Suspensidos	mg Sol. Susp.							11	16	15,5	64,5	25,5	6	152	17	43,5	
Sólidos Totales	mg Sol. Tot/l							249,5	98	497	469	1574	908	1677	1071	893	
Sólid. Disuelt. Tot.	mg	1500#	1000 a	500	500			238,5	82	481,5	404,5	1548,5	902	1525	1054	849,5	
Sulfato	mg SO ₄ /l	400#	300 a	250	250			99,325	21,235	96,345	134,42	845,8	503,625	795,72	506,83	356,575	
Clorofila "A"	µg/l			30				1,1	3,4	7,41	1,405	2,4	2	2,16	1,89	1,725	

Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII

* Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina

No ameritan atención particular respecto a los límites de detección a utilizar

No se indica valor alguno en la legislación

Parámetros agregados por actualización

Tabla 8 - 1era campaña de muestreo - Bolivia - Compuestos orgánicos y metales pesados

Compuestos Orgánicos							Mínimo valor a alcanzar	BO1	BO2	BO3	BO4	BO5	BO6	BO7	BO10	BO11
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Bermejo	Río Bermejo	Río Bermejo	Río Pilcomayo					
Hidrocarburos Tot.	mg Hc/l						3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Pentaclorofenol	µg/l	9*		3			10	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
2-4-6 Triclorofenol	µg/l	200*	10	10			0,1									
2 clorofenol	µg/l	Información		0,1			4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
2-4 diclorofenol				4			4									
Fenoles	mg Fenoles/l		0,001 a	0,003		0,2	0,001									
Metales pesados							Mínimo valor a alcanzar	BO1	BO2	BO3	BO4	BO5	BO6	BO7	BO10	BO11
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Bermejo	Río Bermejo	Río Bermejo	Río Pilcomayo					
Selenio disuelto	µg Se/l						Carachimayo	Guadalquivir	Grande de Tarija	Toropalca	Blanco	Caiti	Cotagaita	Tupiza	San Juan del Oro	
Selenio total	µg Se/l															
Plata disuelta	µg Ag/l															
Plata total	µg Ag/l															
Aluminio disuelto	µg Al/l	200 #	100				100	227	78	190	370	352	36	380	249	176
Aluminio total	µg Al/l		200 a		200c	200c	200	244,5	160,5	216,5	1795000	3851000	219	3376000	396,5	1025000
Arsénico disuelto	µg As/l	10*					10									
Arsénico total	µg As/l		50 a	0,01	10c	5c	0,14	2,00	2,00	2,00	3,50	10,50	6,00	5,00	4,00	2,00
Boro disuelto	µg B/l	2400 *					2400	427,5	606	413,5	1027000	1526000	1497000	2623000	1989000	2923000
Boro total	µg B/l		1000 a	500			500									
Cadmio disuelto	µg Cd/l	3*					3									
Cadmio total	µg Cd/l		5	1	1c	1c	1	11	5	14	3	23	11,5	20,5	15	16
Cinc disuelto	µg Zn/l	5000 #					5000	23	18	29	22	395,5	41,5	73,5	45	14
Cinc total	µg Zn/l		200 a	180	3000c	30c	30	43	58	40	65	678,5	392,5	240,5	58,5	85
Cobre disuelto	µg Cu/l	1000 #		9			9	5	5	5	6	13	5	5	5	5
Cobre total	µg Cu/l		50 a		1000c	200c	50	5	5	5	12	75,5	5	29	5	5
Cromo total disuelto	µg Cr/l	50#*					50	65,5	76	85,5	5	5	7,5	5	68	
Cromo total	µg Cr/l		50 a	50	50cθ	50c	50	82,5	82	89	5	7,5	9	26	69,5	79,5
Hierro disuelto	µg Fe/l	300 #	300 a	300	300		300	190	278	329	80	80	80	80	80	80
Hierro total	µg Fe/l							290	713	165	8145000	555	307	8686000	951	2515000
Manganoso disuelto	µg Mn/l	100 #					100	10	10	29	73	901	30	386	9	12
Manganoso total	µg Mn/l		500 a	100	10c		10	47	29	71	120	1266	153	397	76	37
Mercurio disuelto	µg Hg/l	6*					6	0,14	0,1	0,14	0,11	0,11	0,14	0,15	0,24	0,14
Mercurio total	µg Hg/l		1	0,2	2c	0,2c	0,2	0,31	0,2	0,25	0,45	0,11	0,21	0,38	0,33	0,27
Níquel disuelto	µg Ni/l	70 °					70									
Níquel total	µg Ni/l		50 a	25	25c	20c	20	10	10	10	10	96	10	10	10	10
Pbomo disuelto	µg Pb/l	10 °					10									
Pbomo total	µg Pb/l		50 a	10	10c	30c	10	10	10	10	11	19	19	19	10	
Silice	mg SiO ₂ /l							12,2	9,7	3,2	28,5	28,7	22,8	27	14,3	19,3

Tabla 9 - 1era campaña de muestreo - Bolivia - Compuestos organoclorados



Brasil

En cuanto a los parámetros básicos en Brasil, destacan nuevamente el Cianuro, Fósforo y Nitrógeno amoniacal como parámetros fuera de norma en todas las estaciones, aunque no según todas las normativas. Destacan particularmente los valores de Fósforo y Nitrógeno en la estación BR09 correspondiente a Uruguaiana.

Respecto a metales pesados, sólo se observa presencia de cobre en las estaciones BR08 y BR09 sobre el río Uruguay, y Hierro en la estación BR05, Porto Murtinho, sobre el río Paraguay.

Figura 4 - Estaciones de muestreo - Brasil

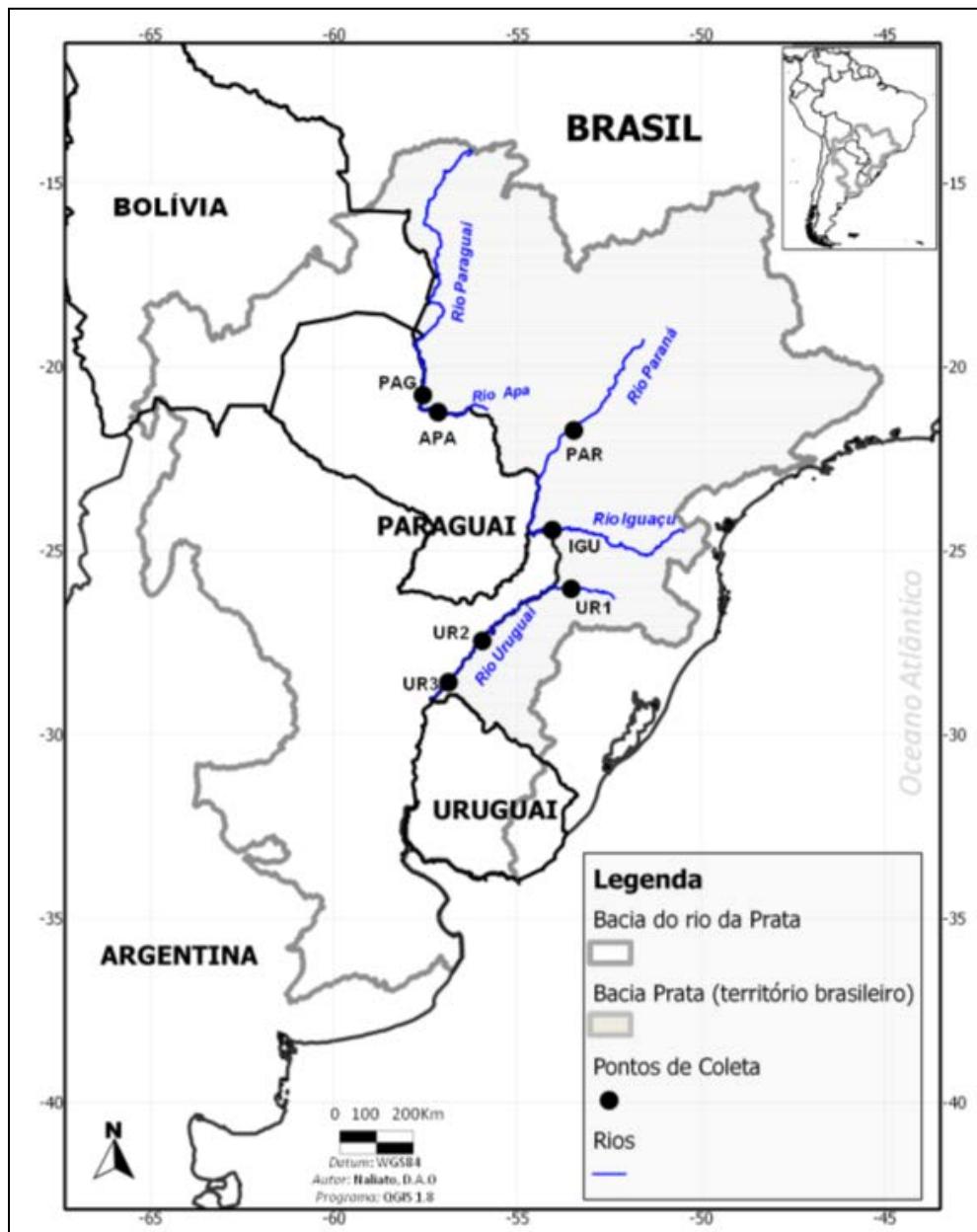


Tabla 10 - 1era campaña de muestreo - Brasil - Parámetros básicos

Parámetros Básicos							Mínimo valor a alcanzar	BR01	BR03	BR05	BR07	BR08	BR09
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Paraná	Río Iguacu	Río Paraguai	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
								Rio Paraná – São Pedro do Paraná	Rio Iguaçu – Capanema	Rio Paraguai – Porto Murtinho	Rio Uruguay – Iraí	Rio Uruguay – São Borja	Rio Uruguay – Uruguaiana
Conductividad								67	150	80	54	60	72
OD								8,9	9	5,9	9,6	9,3	8,8
Sodio	mg/L							3,57	2,18	2,45	0,98	2,38	2,78
Potasio	mg/L							1,77	0,98	1,92	2,27	0,98	1,16
COD	mg/L												
pH	unidades de	6,5-8,5#	6,0-8,5*	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5-8,5*		7,2	6,7	6,9	6,9	6,9	6,9
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l							23,94	15,14	38,53	21,19	22,59	26,74
Carbono orgánico total	mg C/l												
Cloruro	mg Cl/l	250*	250 a	150	250			3,72	2,13	1,59	2,13	2,13	3,19
Color	unidades	5*		75	15	Ausente b		10	7,5	60	20	10	15
DBO ₅	mg O ₂ /l		2	5	3	10							
DQO	mg O ₂ /l		5						<2,0	7,9	22,2	3,8	5,2
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400*			750			20,86	22,87	36,9	23,32	21,72	26,7
Calcio	mg Ca/l	200 a						4,08	3,52	6,7	4,18	4,36	5,35
Magnesio	mg Mg/l	100 a						1,74	1,84	3,04	2,03	2,1	2,21
Cianuro	mg CN/l		0,02 a	0,005	0,2	0,005	0,005	0,01	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01
Fósforo Total	mg P tot/l			0,1	0,025	0,025	0,025	0,011	0,064	0,053	0,028	0,045	0,11
Fósforo-Ortofósfato	mg P-PO ₄ /l		0,13 a					0,0013	0,0025	0,012	0,0032	0,012	0,043
Nitrógeno-Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016	0,016	0,029	0,071	0,064	0,032	0,059	0,3
Nitrógeno -Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1#	0,05	1	1		0,1	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0046	0,011
Nitrógeno -Nitrito	mg N-NO ₃ /l	10*	1:00 a. m.	10,0 mg/l N	10	10		4,5	0,27	1,18	0,05	0,99	0,96
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3			0,19	0,37	0,63	0,2	0,18	0,67
Turbidez	UNT	3*	10	100	40	50		8	58	10	11	17	26
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l		0,5 a	0,5	Ausentes	0,5	0,5						
Coliformes totales	NMP												
Coliformes fecales	NMP	<3	<50 y <5 en			3000 en							
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1											
Coliformes Fecales	UFC/100 ml												
Escherichia Coli	Pres-			1000									
Sólidos Suspensidos	mg Sol. Susp.							3	70	11	7	9	16
Sólidos Totales	mg Sol. Tot/l							78	137	110	70	69	65
Sólid. Disuelto. Tot.	mg	1500*	1000 a	500	500			75	67	99	63	60	49
Sulfato	mg SO ₄ /l	400*	300 a	250	250								
Clorofilia "A"	µg/l			30				<0,30	<0,30	<0,30	1,48	<0,30	<0,30

Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII

* Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina

No ameritan atención particular respecto a los límites de detección a utilizar

No se indica valor alguno en la legislación

Parámetros agregados por actualización

Tabla 11 - 1era campaña de muestreo - Brasil - Compuestos orgánicos y metales pesados

Tabla 12 - 1era campaña de muestreo - Brasil - Compuestos organoclorados

Compuestos Organoclorados							Mínimo valor a alcanzar	BR01	BR03	BR05	BR07	BR08	BR09
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Paraná	Río Iguacu	Río Paraguai	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
Lindano	µg/l	2°	3	0,02			0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heptacloro	µg/l	0,02	0,1	0,01	2	2	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	µg/l	0,03 (aldrin +	0,03 (aldrin +	0,005 (aldrin		0,004 (aldrin	0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Heptacloro Epóxido	µg/l	0,02	0,1	0,01(Heptacl		0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Endosulfán I	µg/l	0,001	70	0,056	56	0,02	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dieeldrin	µg/l	0,03° (aldrin +	0,03 (aldrin +			0,004 (aldrin	0,0004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Endrin	µg/l	0,6°		0,004	2	0,004	0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metoxicloro	µg/l	20°	30	0,03	40	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexacloro benceno	µg/l	Poco probable		0,0065			0,0065	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clordano	µg/l	0,2°	0,3	0,04		0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4,4' -DDD	µg/l						0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4,4' -DDE	µg/l						0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4,4' -DDT	µg/l		1		0,002	2	0,001	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01



Uruguay

En el caso de Uruguay, en el grupo de parámetros básicos, sólo se observa el Nitrógeno amoniacoal con valores por fuera de norma.

Como metales pesados, se detecta la presencia de Hierro en UY02 y UY03 (Salto Grande y Paysandú), y en menor medida en UY04 (Nueva Palmira), algo de Manganeso, aunque con valores muy cercanos al menor de todas las normativas, y algo de Plomo en UY04.

Figura 5 - Estaciones de muestreo - Uruguay

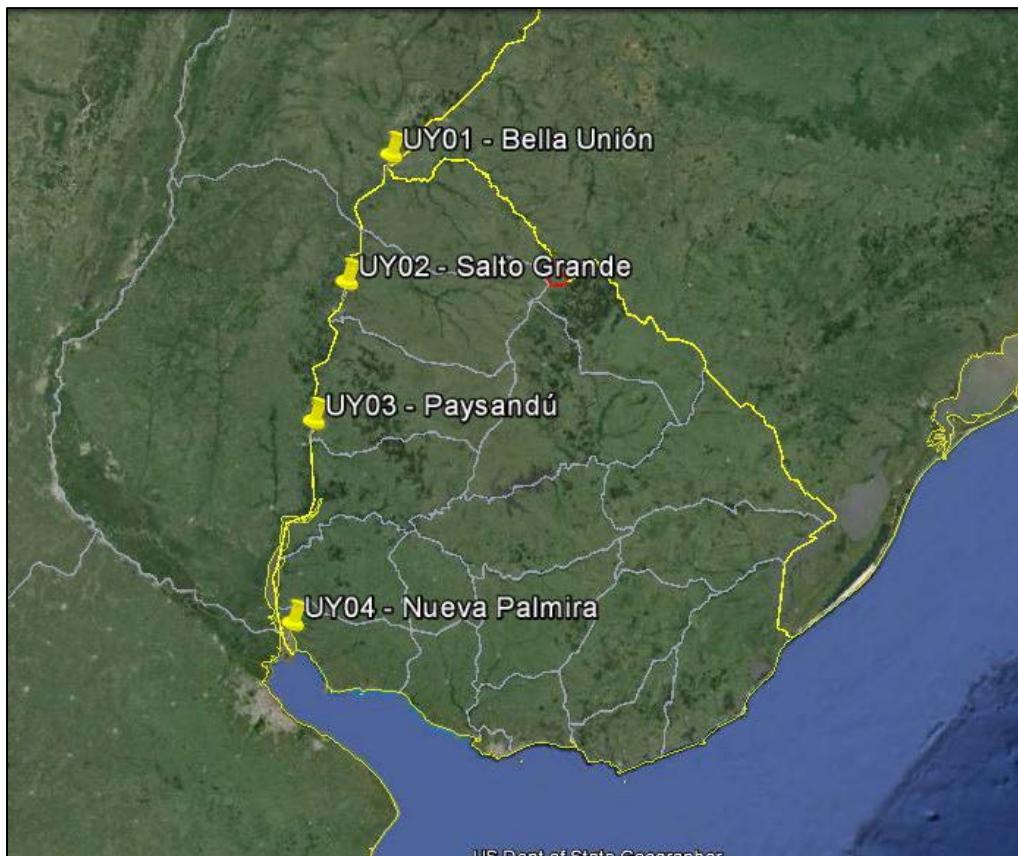


Tabla 13 - 1era campaña de muestreo - Uruguay - Parámetros básicos

Parámetro	Unidad	Parámetros Básicos					Mínimo valor a alcanzar	UY01	UY02/AR02	UY03/AR03	UY04
		Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
								Ciudad de Bella Unión	Salto Grande	Paysandú	Nueva Palmira
Conductividad								45,8	45,6	63,7	98,1
OD								9,66	10,03	9,01	9,82
Sodio	mg/L							1,9	2,1	2,8	10
Potasio	mg/L							0,7	0,9	1	2
COD	mg/L										
pH	unidades de	6,5-8,5#	6,0-8,5 a	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5-8,5 b		7,69	7,79	7,65	7,82
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l							24	24	40	30
Carbono orgánico total	mg C/l										
Cloruro	mg Cl/l	350#	250 a	250	250			<10	<10	<10	10
Color	unidades	5#		75	15	Ausente b		144	149	141	197
DBO ₅	mg O ₂ /l		3	5	3	10					
DQO	mg O ₂ /l		5								
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400#			750			48	46	48	58
Calcio	mg Ca/l		100 a					5,9	5,5	8,5	7,5
Magnesio	mg Mg/l		100 a					0,9	2,4	1,1	2,2
Cianuro	mg CN/l		0,02 a	0,005	0,2	0,005	0,005				
Fósforo Total	mg P tot/l			0,1	0,025	0,025	0,025	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fósforo-Ortofósфato	mg P-PO ₄ /l		0,13 a					<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrógeno-Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016	0,016	1,1	1,1	1,1	1,1
Nitrógeno -Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1#	0,05	1	1		0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrógeno -Nitrato	mg N-NO ₃ /l	10*	1:00 a. m.	10,0 mg/l N	10	10	4,5	0,8	0,5	0,5	0,3
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3			4,7	4,7	4,7	4,7
Turbidez	UNT	3#	10	100	40	50		20	20	17	22
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l		0,5 a	0,5	Ausentes	0,5	0,5				
Coliformes totales	NMP							130	33	540	790
Coliformes fecales	NMP	<3	<50 y <5 en			2000 en		79	4	490	70
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1									
Coliformes Fecales	UFC/100 ml										
Escherichia Coli	Pres-			1000				presencia	presencia	presencia	presencia
Sólidos Suspensidos	mg Sol. Susp.							< 10	< 10	< 10	15
Sólidos Totales	mg Sol. Tot/l							70	85	135	150
Sólid. Disuelt. Tot.	mg	1500#	1000 a	500	500						
Sulfato	mg SO ₄ /l	400#	300 a	250	250			2	< 2	2	4
Clorofila "A"	µg/l			30				0,1	0,1	0,1	0,6

Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII
 * Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina

No ameritan atención particular respecto a los límites de detección a utilizar
No se indica valor alguno en la legislación
Parámetros agregados por actualización

Tabla 14 - 1era campaña de muestreo - Uruguay - Compuestos orgánicos y metales pesados

Compuestos Orgánicos							Mínimo valor a alcanzar	UY01	UY02/AR02	UY03/AR03	UY04
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
								Ciudad de Bella Unión	Salto Grande	Paysandú	Nueva Palmira
Hidrocarburos Tot.	mg Hc/l										
Pentaclorofenol	µg/l	9°		3			3				
2-4-6 Triclorofenol	µg/l	200°	10	10			10				
2 clorofenol	µg/l	Información		0,1			0,1				
2-4 diclorofenol				4			4				
Fenoles	mg Fenoles/l		0,001 a	0,003		0,2	0,001	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Metales pesados							Mínimo valor a alcanzar	UY01	UY02/AR02	UY03/AR03	UY04
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
								Ciudad de Bella Unión	Salto Grande	Paysandú	Nueva Palmira
Selenio disuelto	µg Se/l										
Selenio total	µg Se/l										
Plata disuelta	µg Ag/l										
Plata total	µg Ag/l										
Aluminio disuelto	µg Al/l	200 #		100			100				
Aluminio total	µg Al/l		200 a		200c	200c	200				
Arsénico disuelto	µg As/l	10°					10	< 2	< 2	< 2	< 2
Arsénico total	µg As/l		50 a	0,01	10c	5c	0,14	< 5	< 2	< 2	< 2
Boro disuelto	µg B/l		2400 °				2400				
Boro total	µg B/l			1000 a	500		500	< 200	< 200	< 200	< 200
Cadmio disuelto	µg Cd/l		3°				3	< 1	< 1	< 1	< 1
Cadmio total	µg Cd/l			5	1	1c	1c	1	< 1	< 1	< 1
Cinc disuelto	µg Zn/l		5000 #				5000				7
Cinc total	µg Zn/l			200 a	180	3000c	30c	30	< 5	< 5	5
Cobre disuelto	µg Cu/l		1000 #		9		9	5	< 5	5	5
Cobre total	µg Cu/l			50 a		1000c	200c	50	5	5	5
Cromo total disuelto	µg Cr/l		50°#				50	< 5	< 5	< 5	< 5
Cromo total	µg Cr/l			50 a	50	50cθ	50c	50	< 5	< 5	< 5
Hierro disuelto	µg Fe/l		300 #	300 a	300	300	300		3200	1700	300
Hierro total	µg Fe/l							1200	3000	3400	2100
Manganoso disuelto	µg Mn/l		100 #				100	< 5	5	5	5
Manganoso total	µg Mn/l			500 a	100	10c		10	12	7	10
Mercurio disuelto	µg Hg/l		6°				6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mercurio total	µg Hg/l			1	0,2	2c	0,2c	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Níquel disuelto	µg Ni/l		70 °				70	< 5	< 5	< 5	15
Níquel total	µg Ni/l			50 a	25	25c	20c	20	< 5	< 5	18
Plomo disuelto	µg Pb/l		10 °				10	< 5	< 5	< 5	15
Plomo total	µg Pb/l			50 a	10	10c	30c	10	< 5	< 5	13
Silice	mg SiO ₂ /l							15	15	16	12

Tabla 15 - 1era campaña de muestreo - Uruguay - Compuestos organoclorados

Parámetro	Unidad	Compuestos Organoclorados					Mínimo valor a alcanzar	UY01	UY02/AR02	UY03/AR03	UY04
		Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay	Río Uruguay
								Ciudad de Bella Unión	Salto Grande	Paysandú	Nueva Palmira
Lindano	µg/l	2°	3	0,02			0,02	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4
Heptacloro	µg/l	0,02	0,1	0,01	2	2	0,01	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4
Aldrin	µg/l	0,03 (aldrin +	0,03 (aldrin +	0,005 (aldrin		0,004 (aldrin	0,004	<LD	<LD	<LD	<LD
Heptacloro Epóxido	µg/l	0,02	0,1	0,01(Heptacl		0,01	0,01	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4	< 6.0E-4
Endosulfán I	µg/l	0,001	70	0,056	56	0,02	0,001				
Dieldrin	µg/l	0,03° (aldrin +	0,03 (aldrin +			0,004 (aldrin	0,0004	< 5.0E-4	< 5.0E-4	< 5.0E-4	< 5.0E-4
Endrin	µg/l	0,6°		0,004	2	0,004	0,004				
Metoxicloro	µg/l	20°	30	0,03	40	0,03	0,03				
Hexacloro benceno	µg/l	Poco probable		0,0065			0,0065				
Clordano	µg/l	0,2°	0,3	0,04		0,01	0,01				
4,4'-DDD	µg/l						0,002	< 7.0E-4	< 7.0E-4	< 7.0E-4	< 7.0E-4
4,4' -DDE	µg/l						0,002	< 7.0E-4	< 7.0E-4	< 7.0E-4	< 7.0E-4
4,4' -DDT	µg/l		1	0,002	2	0,001	0,001	< 5.0E-4	< 5.0E-4	< 5.0E-4	< 5.0E-4



Paraguay

En la primer campaña de muestreo, Paraguay realizó solamente algunos análisis correspondientes a los parámetros básicos.

Según los resultados de estos análisis, respecto a los parámetros básicos no se presentan situaciones fuera de norma.

Sin embargo, en el mismo informe correspondiente a la primer campaña en Paraguay se presenta información recabada en el marco del proyecto “Control y Mejoramiento de la Calidad de las Aguas de la Cuenca de Lago Ypacaraí y el Río Paraguay” elaborado por la JICA-SEAM-DIGESA. La información presentada corresponde a las estaciones Vallemi (PY06), Asunción (PY02), Concepción (PY01) y Pilar (PY03).

Como elemento general en dichos puntos se encuentra la presencia de fósforo por fuera de las normas.

Respecto a los metales pesados, se destaca el caso de Concepción (PY01) con varios elementos por fuera de norma (Hierro, Cobre, Plomo, Cadmio, y en especial Manganese).

Figura 6 - Estaciones de muestreo - Paraguay

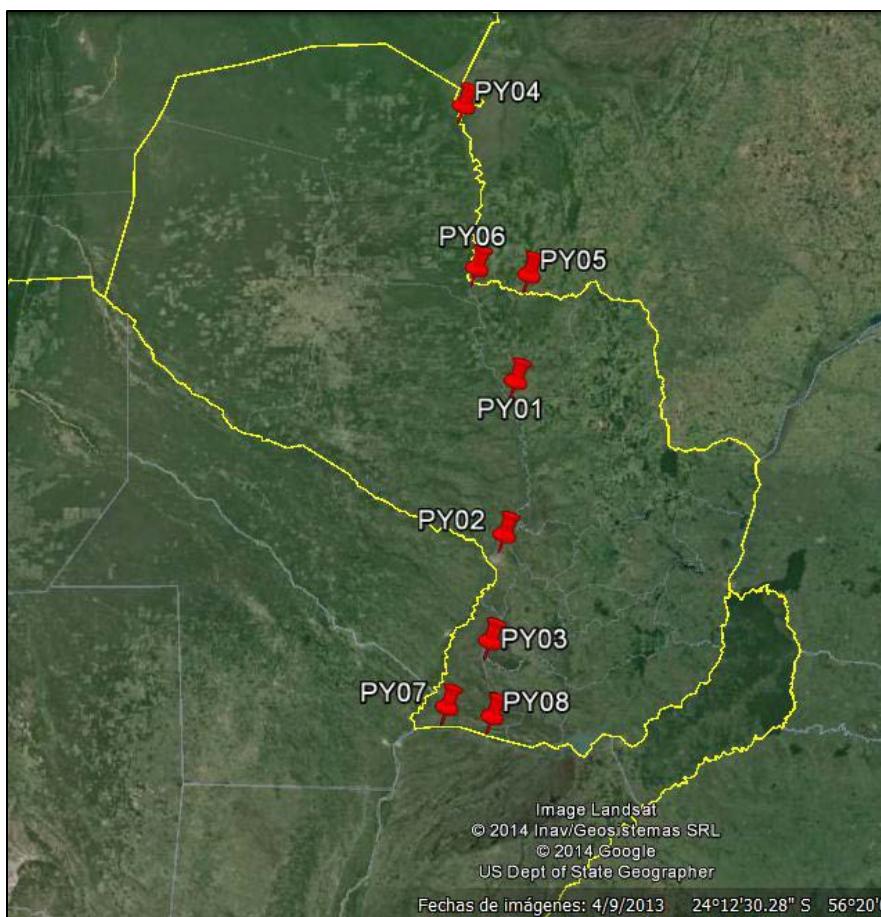


Tabla 16 - 1era campaña de muestreo - Paraguay - Parámetros básicos

Parámetros Básicos							Mínimo valor a alcanzar	PY01	PY02	PY03	PY04	PY05	PY06	PY07	PY08
Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay		Río Paraguay	Río Paraguay	Río Paraguay	Río Paraguay	Río Apa	Río Paraguay	Río Paraná	Río Paraná
								Concepción	Viñas Kue - Asunción	Pilar	Bahía Negra	San Carlos	Vallemí	Itá Cora	Cerrito
Conductividad								100	92,7	78,1	134	88,8	55,8	46,4	
OD								4,75	3,91	8,18	1,71	8,03	2,52	9,65	7,32
Sodio	mg/L														
Potasio	mg/L														
COD	mg/L														
pH	unidades de	6,5-8,5#	6,0-8,5#	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5-8,5#		6,83	6,61	7,66	6,62	7,62	6,39	7,7	6,69
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l							40,7	34,4	35,1	35,9	78,8	38,4	19,9	24,1
Carbono orgánico total	mg C/l														
Cloruro	mg Cl/l	350#	250 a	250	250										
Color	unidades	5#		75	15	Ausente b		80	80	60	80	80	80	60	40
DBO ₅	mg O ₂ /l		2	5	3	10									
DQO	mg O ₂ /l		5					31,2	31,2	34,4	31,2	10,9	34,6	9,37	28,1
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400#			750										
Calcio	mg Ca/l		200 a												
Magnesio	mg Mg/l		100 a												
Cianuro	mg CN/l		0,02 a	0,005	0,2	0,005	0,005								
Fósforo Total	mg P tot/l			0,1	0,025	0,025	0,025								
Fósforo-Ortofósfato	mg P-PO ₄ /l		0,13 a					0,083	0,078	0,0302	0,072	<0,05	0,088	<0,05	<0,05
Nitrógeno-Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016	0,016								
Nitrógeno -Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1#	0,05	1	1		0,1								
Nitrógeno -Nitrato	mg N-NO ₃ /l	10*	1:00 a. m.	10,0 mg/l N	10	10	4,5	0,25	0,15	0,209	<0,10	0,146	<0,10	0,498	0,19
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3										
Turbidez	UNT	34	40	100	40	50		12,6	4,6	13,5	4,66	39,5	12,5	9,62	3,95
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l		0,5 a	0,5	Ausentes	0,5	0,5								
Coliformes totales	NMP														
Coliformes fecales	NMP	<3	<50 y <5 ext			2000 ext									
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1													
Coliformes Fecales	UFC/100 ml														
Escherichia Coli	Pres-		1000												
Sólidos Suspendidos	mg Sol. Susp.							7,3	11,0	10	3,0	31,6	19,3	6,5	6
Sólidos Totales	mg Sol. Tot/l							122	147	186	116	148	113	94	56
Sólid. Disuel. Tot.	mg	1500#	1000 a	500	500			115	136,0	176	113	116,0	93,7	87,5	50
Sulfato	mg SO ₄ /l	400#	300 a	250	250										
Clorofila "A"	µg/l			30											

Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII

* Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina

No ameritan atención particular respecto a los límites de detección a utilizar

No se indica valor alguno en la legislación

Parámetros agregados por actualización

Tabla 17 - 1era campaña de muestreo - Paraguay - Compuestos orgánicos y metales pesados

Estimación de cargas contaminantes principales

Como parte de la información generada en el contexto del PMAE - Subcomponente II.2, se contrató una consultoría cuya tarea fundamental fue la de realizar una estimación a nivel de subcuenca de las cargas de contaminantes principales tanto de origen difuso como puntual. Este trabajo se centró en el estudio del Fósforo, Nitrógeno y DBO como contaminantes principales (Carsen, 2013).

Para la contaminación de origen difuso se consideró por una parte los usos de los suelos y sus respectivos aportes (estudio de coeficientes de exportación) de Nitrógeno y Fósforo, y por otra parte lo generado (Nitrógeno, Fósforo y DBO) por los distintos tipos de ganado tomando como información de base censos agropecuarios.

Para la contaminación de origen puntual se consideraron los aportes de origen doméstico o cloacal. Para ello se consideraron ciudades con más de 50.000 habitantes, identificando el grado de cobertura con que se cuenta en cada caso, y asumiendo apenas un tratamiento primario de los efluentes. Se estimaron así las cargas contaminantes de origen puntual de Nitrógeno, Fósforo y DBO para cada subcuenca.

Como resumen de los resultados que surgen se tiene:

- Respecto a la contaminación difusa debido al uso del suelo, en las cuencas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay el volumen mayoritario de nutrientes viene dado por el uso de suelo correspondiente a "cultivos" y actividad agropecuaria en segundo lugar. En el caso del río Paraná el aporte proviene principalmente de Brasil y Argentina, para el río Paraguay de Brasil y Paraguay, y en el caso del río Uruguay desde Brasil, Argentina y Uruguay. En cualquiera de los casos el aporte de Brasil es entre 2 y 4 veces superior al que le sigue en volumen.
- En los casos de los ríos Pilcomayo y Bermejo las fuentes difieren un poco, ya que si bien el aporte desde Paraguay y Argentina proviene de los cultivos, en el caso de Bolivia proviene del suelo desnudo y la actividad agropecuaria.
- Para la subcuenca río de la Plata el principal aporte está constituido por los cultivos desde la vertiente argentina.
- Como principal contribución, este trabajo deja en evidencia los pesos relativos de cada tipo de aporte según se puede ver en el cuadro a continuación. En el mismo se puede ver que el aporte difuso derivado de los usos de suelo constituye la componente principal en cuanto a los nutrientes. Asimismo, de forma casi general los aportes puntuales de Fósforo y Nitrógeno de efluentes domésticos resulta entre uno y dos órdenes menor que el correspondiente a los derivados de los usos de suelo. Los aportes de efluentes domésticos también son en general bastante menores que los correspondientes a los aportes pecuarios, a excepción de la cuenca del Paraná, debido a la gran concentración urbana. En cuanto a la DBO se encuentran situaciones en que los aportes pecuarios superan ampliamente los urbanos (ríos Pilcomayo, Bermejo, Paraguay y Uruguay), y en los que se invierte la situación (Paraná y Río de la Plata), nuevamente debido a la gran concentración urbana.



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Tabla 19 - Aportes de Fósforo, Nitrógeno y DBO por subcuenca

SUBCUENCA	APORTES DIFUSOS (USO DE SUELO)			APORTES PUNTUALES (DOMÉSTICOS)			APORTES TOTALES		
	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/día)	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/año)	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/año)
BERMEJO	4.805	25.234	139.488	574	2.333	8.296	5.379	27.567	147.784
PARAGUAY	77.193	418.193	114.329	1.485	6.034	21.454	78.678	424.227	135.783
PARANÁ	227.525	1.159.703	504.217	43.892	178.313	631.617	271.418	1.338.017	1.135.834
PILCOMAYO	13.694	90.594	458.108	352	1.431	5.089	14.047	92.025	463.197
DE LA PLATA	24.008	121.241	17.858	9.502	38.600	137.244	33.509	159.841	155.102
URUGUAY	35.588	190.374	666.808	836	3.396	12.075	36.424	193.770	678.884
CUENCA TOTAL	382.813	2.005.339	1.900.808	56.642	230.108	815.775	439.455	2.235.447	2.716.583

Tabla 20 - Aportes porcentuales de Fósforo, Nitrógeno y DBO por subcuenca

SUBCUENCA	APORTES DIFUSOS (USO DE SUELO)			APORTES PUNTUALES (DOMÉSTICOS)			APORTES TOTALES		
	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/día)	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/año)	P (ton/año)	N (ton/año)	DBO (ton/año)
BERMEJO	89%	92%	94%	11%	8%	6%	1%	1%	5%
PARAGUAY	98%	99%	84%	2%	1%	16%	18%	19%	5%
PARANÁ	84%	87%	44%	16%	13%	56%	62%	60%	42%
PILCOMAYO	97%	98%	99%	3%	2%	1%	3%	4%	17%
DE LA PLATA	72%	76%	12%	28%	24%	88%	8%	7%	6%
URUGUAY	98%	98%	98%	2%	2%	2%	8%	9%	25%
CUENCA TOTAL	87%	90%	70%	13%	10%	30%	100%	100%	100%

Contando con los resultados de este trabajo, es interesante realizar como análisis de consistencia grueso, la comparación de estos con la integración de las mediciones de los respectivos parámetros en función de los caudales aforados.

Esta comparación se presentan a nivel de subcuenca en el cuadro a continuación.

El visualizar este cuadro aporta varios elementos a saber:

- Para Fósforo y Nitrógeno el aporte difuso es notoriamente mayor que el aporte puntual. Concretamente difieren los órdenes. Para la DBO, si bien se trata de aportes del mismo orden, el difuso puede ser varias veces mayor que el puntual. La excepción puede ser la vertiente de Brasil al Paraná, donde existe gran concentración de población urbana.
- Para los pocos datos que se pudo contrastar lo estimado con lo medido, se observa que las estimaciones subestimaron en algún caso la carga, mientras que en otro se dió una sobreestimación. Diversos motivos puede haber en estas inconsistencias, como ser la influencia de la estacionalidad en las mediciones realizadas, información de base para las estimaciones (coeficientes de exportación, datos censales, etc.), etc.
- Queda en evidencia la importancia de la realización de las mediciones de ciertos parámetros previendo este tipo de análisis. Por otra parte, también es preciso prever el mismo nivel de desagregación de la información para poder efectuar la comparación. Esto último condicionó a que en muy pocas estaciones se pudiera plantear el estudio de consistencia.

Tabla 21 - Cargas de Fósforo, Nitrógeno y DBO estimadas y medidas

Estación de muestreo	Aportes de Fósforo (Tn/año)		Aportes de Nitrógeno (Tn/año)		Aportes de DBO (Tn/año)		Aportes totales (Tn/año) ESTIMACIÓN DE CARGAS			Aportes totales (Tn/año) MEDICIONES		
	Difuso suelo	Puntual	Difuso suelo	Puntual	Difuso ganado	Puntual	Fósforo	Nitrógeno	DBO	Fósforo	Nitrógeno	DBO
	AR04	164.686	41.309	856.406	167.819	157.140	594.306	205.996	1.024.225	751.445	83.950	3.456.915
AR08	69.620	1.485	370.908	6.034	114.329	21.454	71.105	376.942	135.783	8.760		
AR10	676	125	4.716	508	94.062	1.805	801	5.224	95.866	55.480		
AR12	6.949	352	53.620	1.431	458.108	5.089	7.301	55.052	463.197			
PY02	69.620	1.485	370.908	6.034	114.329	21.454	71.105	376.942	135.783			
UY04	35.588	836	190.374	3.396	666.808	12.075	36.424	193.770	678.884			

5. Revisión de estudios y proyectos antecedentes

Río Paraná

En la publicación de la A.N.A. "Panorama da Qualidade das Aguas Superfícies do Brasil" (A.N.A. 2005), se presenta la situación de las distintas cuencas de Brasil describiendo en cada una de ellas las causas que impactan en la calidad del agua.

En particular, para la cuenca del río Paraná, en la porción vinculada a territorio brasileño, se destaca la contaminación derivada de aportes residuales domésticos (Sao Paulo y Curitiba) asociada a la gran densidad de población urbana ubicada en cabeceras de cuenca. Allí se encuentran ciudades como San Pablo y Curitiba (ríos Tiete e Iguacu respectivamente), y precisamente esa situación de cabecera acentúa la problemática por los bajos caudales que allí se presentan y por tanto baja capacidad de asimilación asociada. Se destaca muy baja cobertura de saneamiento (37 % en Sao Paulo y 46 % en Curitiba) y bajo grado de tratamiento, todo lo cual resulta en la generación de una importante carga nutrientes, coliformes y materia orgánica. En la clasificación que se realiza de los cuerpos de agua de acuerdo a su calidad, esto se manifiesta calificándolos en condiciones pésimas, con condiciones de oxígeno disuelto nulo e hipereutróficas desde el punto de vista de los nutrientes, con consecuencias directas en los numerosos embalses que allí se encuentran, donde se presentan frecuentes floraciones algales.

También se encuentran numerosas industrias en la zona de Sao Paulo y Curitiba, destacándose la azucarera, alcohol, química, celulosa y metalúrgica. Estas ejercen dos tipos de presión, generando por una parte una demanda extractiva que torna más crítica la capacidad de asimilación de los cursos y por otra parte la asociada a los vertimientos. Sin embargo se destaca, que contrariamente a lo que sucede con los efluentes domésticos, el grado de tratamiento de los efluentes industriales es elevado, resultando por ejemplo en reducciones del 96 % de la DBO generada. En Curitiba la DBO generada por las industrias es tan sólo el 10 % del total.

Otra actividad que se menciona como contribuyente importante a la contaminación es la agropecuaria, la cual genera importantes aportes de agrotóxicos, nutrientes y sedimentos en lo cual resulta un factor muy importante la erosión que se deriva de las prácticas asociadas.

En los estados de Goiania y Matto Grosso do sul la contaminación por efluentes domésticos es mucho menos importante que en Sao Paulo y Curitiba, aunque incrementándose. Allí los cursos cuentan aún con buena capacidad de depuración, sin embargo en Matto Grosso do sul se encuentran coberturas de saneamiento de 27 % y hasta de 4% en algunas ciudades. En estas zonas se destaca la presencia de emprendimientos mineros, agrícolas y de algunas y de diversas industrias, todo lo cual, sin llegar a la criticidad de Sao Paulo y Curitiba, mantiene una presión en ascenso.

En las siguientes figuras extraídas de la publicación de referencia se resumen tanto los factores contaminantes, como la situación en cuanto a calidad de agua representada mediante un índice de calidad. En esta última se puede apreciar que la calidad del agua mejora hacia el cauce principal del río Paraná.

Figura 7 - Cuenca Paraná - Areas críticas y fuentes de contaminación (A.N.A., 2005)

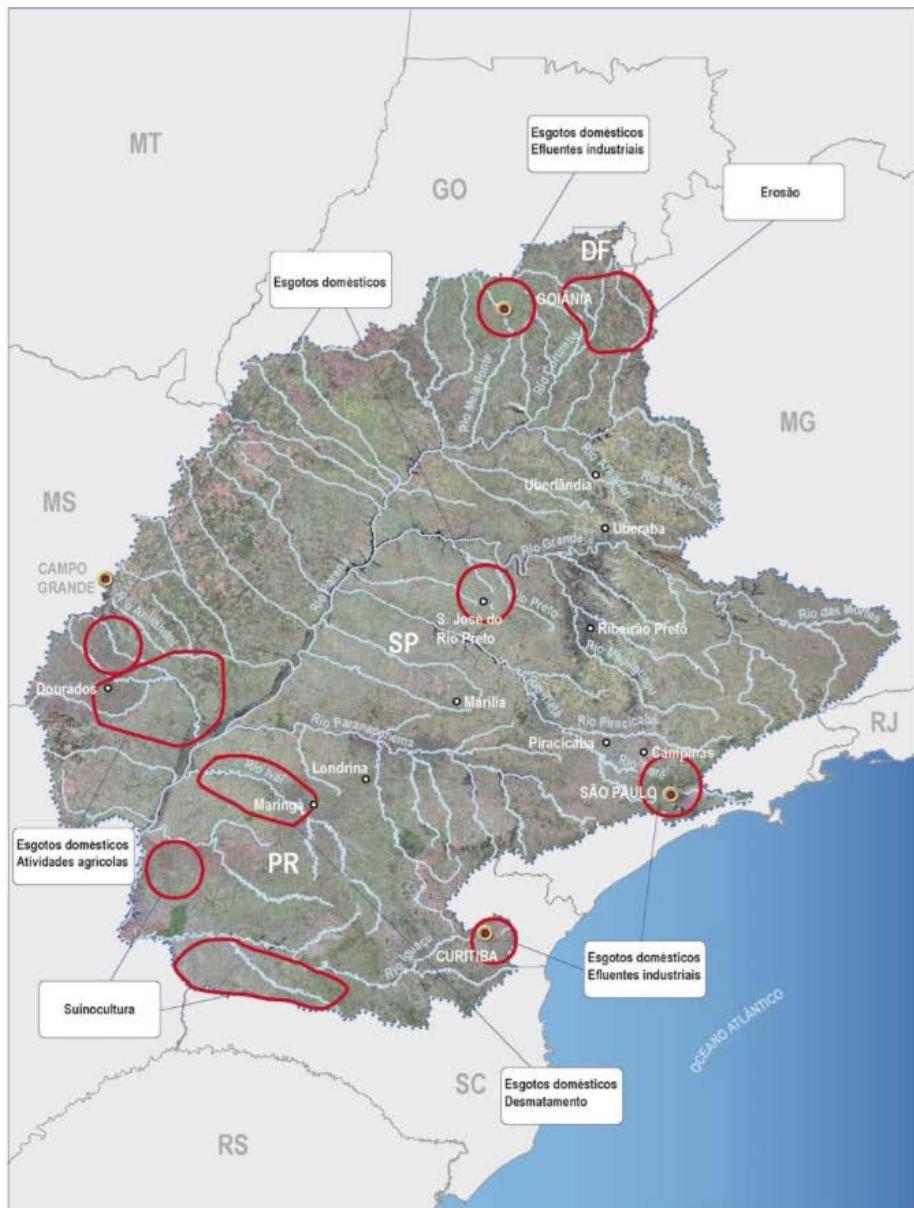


Figura 39 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica do Paraná

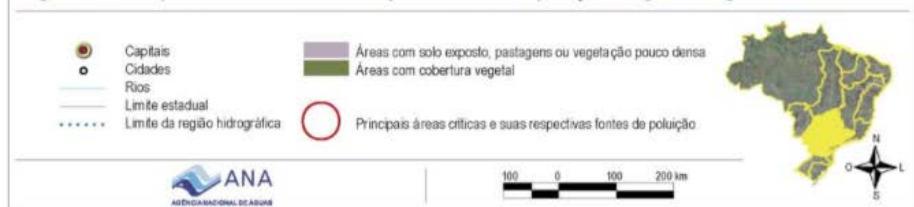


Figura 8 - Cuenca Paraná - Índice de calidad de agua (A.N.A., 2005)



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

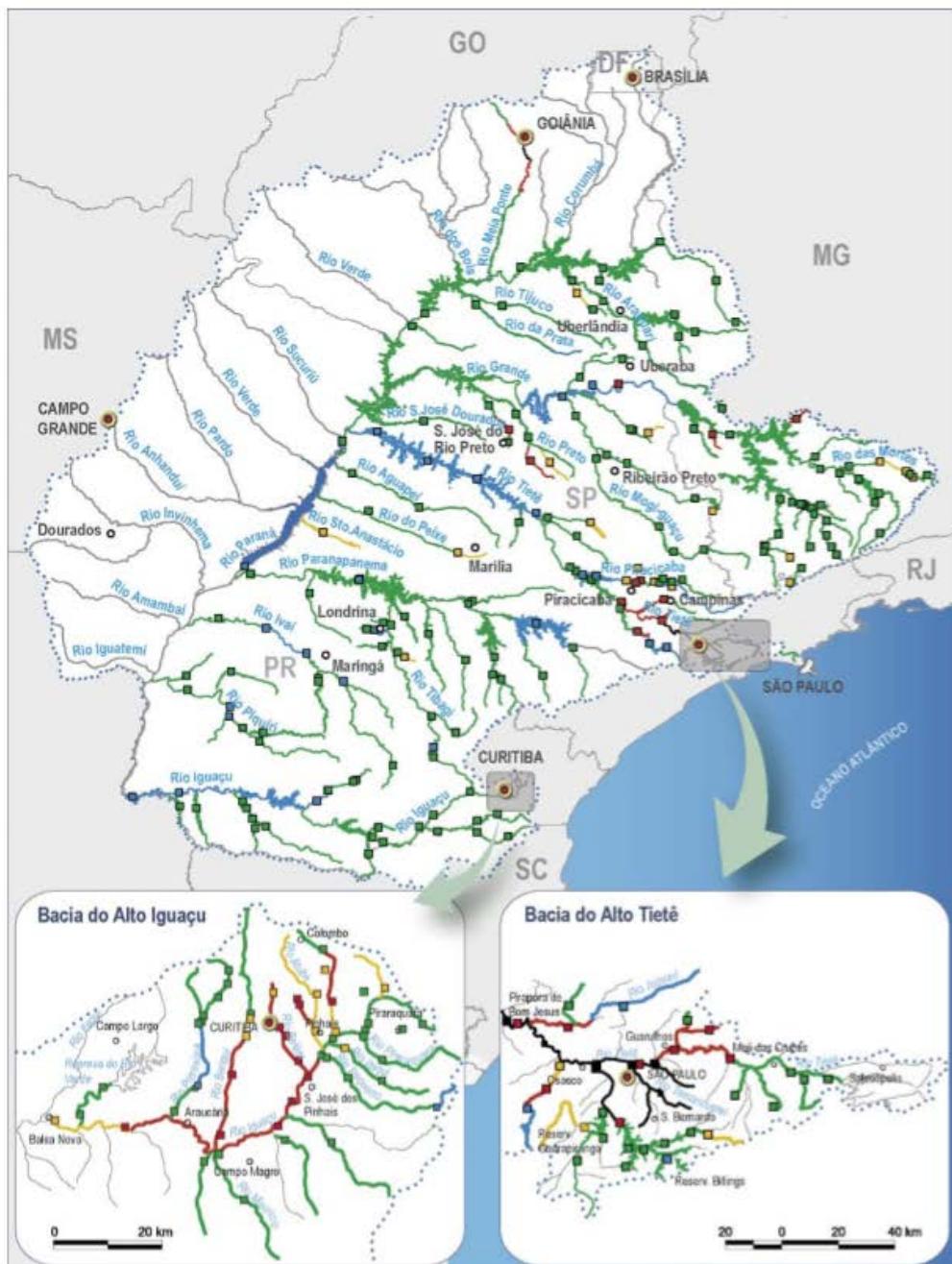
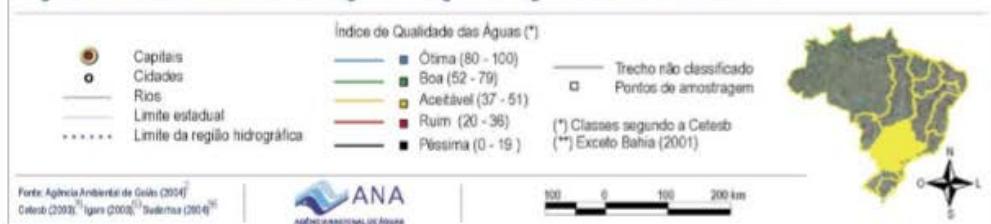


Figura 38 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraná em 2002 **



Río Paraguay

En el caso de la cuenca del río Paraguay, también cabe citar la mencionada publicación de la A.N.A. (A.N.A., 2005) para la porción de cuenca en territorio brasílico. Se identifican dos zonas bien diferenciadas de acuerdo al relieve, Planalto y Pantanal con pendientes bien diferenciadas y por lo tanto regímenes de escurrimiento totalmente distintos. Naturalmente se presentan procesos erosivos en el planalto, con el resultante arrastre de sedimentos hacia la zona del pantanal, donde los mismos se depositan. En el pantanal el río llega a presentar un ancho de 20 kilómetros, inundando un área de 100.000 km², donde por evapotranspiración se pierde un 60 % del caudal afluente.

Diversas actividades se identifican en este sector de la cuenca, destacándose por su impacto la actividad minera, la agropecuaria, y asentamientos humanos entre otras.

Respecto a los asentamientos humanos, se observan por una parte coberturas de saneamiento de 17% en Mato Grosso y 8% en Mato Grosso do sul, tratándose apenas el 10% del agua captada. Asimismo la desordenada disposición de residuos sólidos o el despojo directo a los cursos de agua constituye un problema visible en el entorno de las ciudades (Cuiabá, Varzea Grande y Rondonópolis).

La actividad agropecuaria, importante en esta cuenca, presenta problemas similares a otras subcuencas de la cuenca del Plata, como lo son el abundante uso de nutrientes y biocidas asociados al cultivo de soja y maíz. Se citan ejemplos de muestreos donde se detectan todos los principios activos analizados de biocidas. Asimismo, la erosión derivada de la actividad pecuaria y el laboreo del suelo, se suma a la erosión natural asociada a las pendientes del planalto tornando más crítica la situación natural.

La actividad minera de extracción de oro está presente en esta cuenca sobre el norte del pantanal, generando presencia de mercurio que es utilizado en el proceso extractivo, así como buena presencia de sólidos suspendidos asociados a la remoción de material.

Como actividades industriales, se identifican fundamentalmente agroindustrias relativas al procesamiento de arroz, soja y frigoríficos.

Pese a lo descrito anteriormente, existe buena capacidad de autodepuración que arroja como resultado general una buena condición en cuanto a la calidad de agua de los ríos de esta cuenca.

Las figuras a continuación, extraídas de la publicación de referencia presentan las actividades que allí se desarrollan y la situación de calidad de aguas relevada.

En el Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Paraguay, (Crespo, Martínez, 2000), proyecto GWP - SAMTAC se hace referencia a la calidad del agua en dicho país según se transcribe en el cuadro a continuación. Se entiende que las apreciaciones allí realizadas son válidas para los ríos Paraguay y Paraná.

"La ausencia de información de calidad del agua es en buena medida derivada de una red de monitoreo poco desarrollada.

Las condiciones actuales de medición de la calidad del agua en el Paraguay son insatisfactorias, tanto por el número, como por la ubicación y los parámetros de medición que se están levantando.

En adición, la frecuencia de las mediciones limita la confiabilidad de las génesis y evolución de la calidad del agua, tanto en los afluentes principales como en los cursos de agua mayores: el Paraguay y el Paraná. En forma complementaria, las estaciones actuales no permiten controlar, por un lado, el impacto de las descargas puntuales de las grandes fuentes de contaminación, especialmente ciudades e industrias aisladas, y por el otro, limitan el estudio del comportamiento de la calidad del agua en tramos de las corrientes y de los cuerpos receptores que embalsan aguas superficiales.

Finalmente, no existen criterios de medición ni sitios definidos para conocer las condiciones de calidad de las aguas subterráneas.

Existen fuentes puntuales que provocan contaminación antrópica (tanto proveniente de ciudades e industria, como de retornos de zonas irrigadas con residuos de fertilizantes y plaguicidas) y en adición, existen fuentes naturales de contaminación de ciertos afluentes (presencia de sales en general y de metales pesados en particular, así como de grandes flujos de materia orgánica especialmente en la época con menores capacidades de dilución).

Con esta base, también debe aseverarse que los niveles de contaminación en los ríos principales y sus afluentes, son aún de poca magnitud, si bien debe subrayarse que paulatinamente, sino se controlan las fuentes emisoras, se agravará la problemática de polución. Las bajas concentraciones se deben a la fuerte dilución que ofrecen los cuerpos de agua receptores." (Crespo, Martínez, 2000)

Figura 9 - Cuenca Paraguay - Áreas críticas y fuentes de contaminación (A.N.A., 2005)

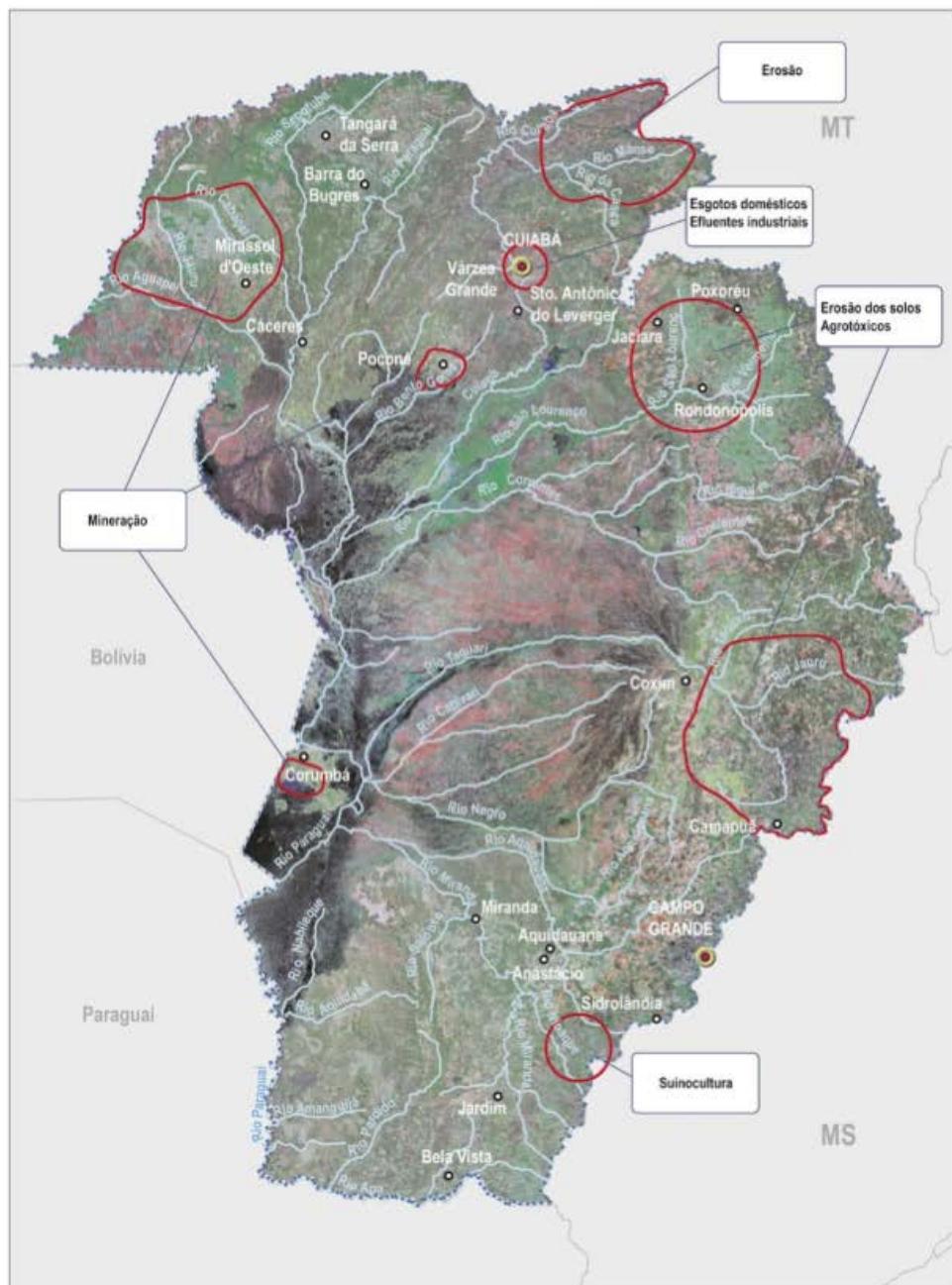
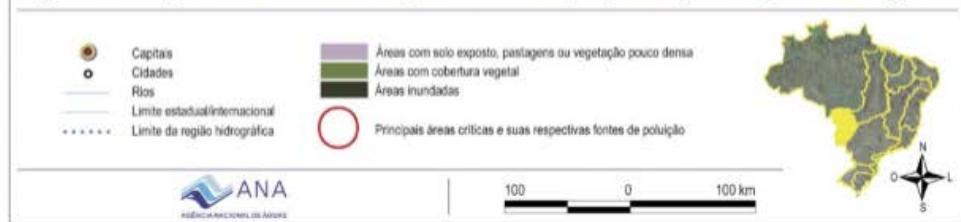


Figura 49 – Principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição – Região Hidrográfica do Paraguai





CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Figura 10 - Cuenca Paraguay - Índice de calidad de agua (A.N.A., 2005)

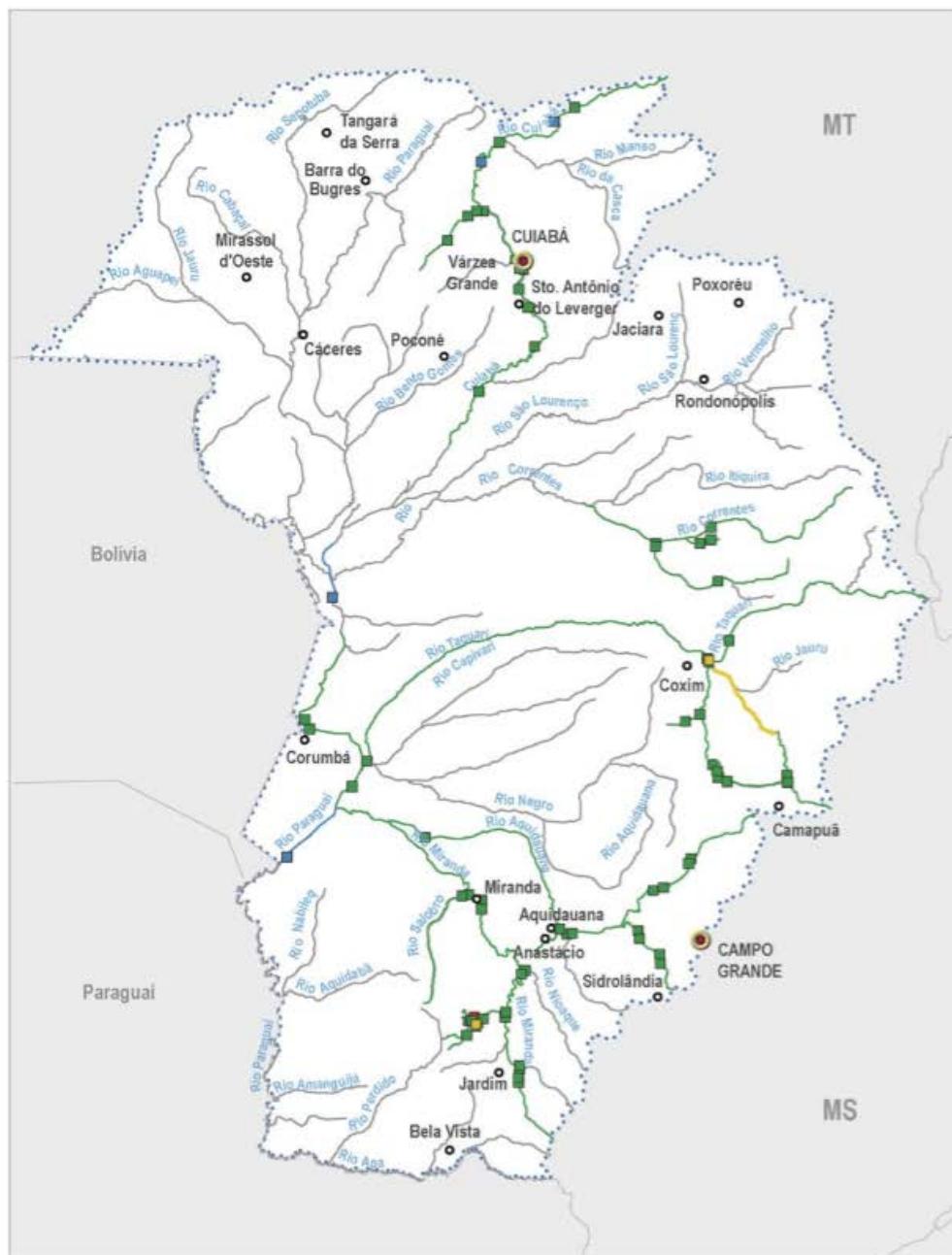
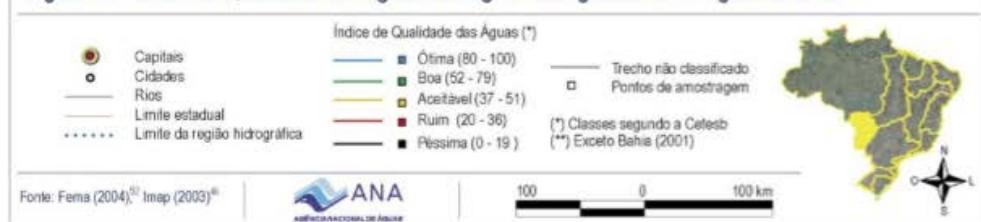


Figura 48 – Índice de Qualidade das Águas na Região Hidrográfica do Paraguai em 2002 **





CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Río Pilcomayo

Como institución protagónica en el contexto del río Pilcomayo, se encuentra la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (CTN Pilcomayo). La misma cuenta con la participación de los gobiernos de Bolivia, Paraguay y Argentina, los cuales dan sustento a esta institución con el fin de atender temas y problemáticas particulares que atañen a esta cuenca.

Como reseña de presentación de la problemática del río Pilcomayo, vale la pena la transcripción de la introducción de un estudio desarrollado (Orozco Collazos, 2013) en el marco de la referida Comisión Trinacional, acerca de la seguridad de presas asociadas a la industria minera de Bolivia.

La cuenca del río Pilcomayo, que se halla situada en el territorio de tres países vecinos Bolivia, Paraguay y Argentina, tiene una superficie de 270.000 km² y está habitada por aproximadamente 1.500.000 personas. Su gran extensión implica geografías muy variables, desde la Cordillera de los Andes en su nacimiento, pasando por el tramo medio del Subandino y extendiéndose finalmente hasta las llanuras del Chaco.

Su dinámica natural está dominada por la estacionalidad del clima, con alternancia de estaciones secas y húmedas que causan una altísima variabilidad de los caudales en los ríos. Se combinan características regionales semidesérticas con materiales muy erosionables en la alta cuenca, en tanto la cuenca baja presenta una pendiente muy débil, resultando una enorme tendencia a la sedimentación. Es de destacarse que la producción de sedimentos, una de las más altas del mundo, es básicamente producto de estos fenómenos naturales que se explican por el carácter geológicamente reciente de esta región.

A estos procesos naturales se suma una acción antrópica que los refuerza. La mayor contaminación de este tipo proviene de las grandes urbes existentes en la cuenca, sobre todo la ciudad de Potosí y en menor medida la ciudad de Sucre. En el caso de la ciudad de Potosí no existe un sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad, por lo que las mismas son vertidas sin ningún tipo de tratamiento directamente al río de La Ribera, afluente del río Pilcomayo.

La actividad minera en la alta cuenca del río Pilcomayo, Bolivia, se remonta a 500 años atrás. Los 'diques de colas' son reservorios donde se depositan los lodos de diversa composición, con elevadas concentraciones de metales pesados y otros tóxicos, que constituyen el desecho de la actividad minera, antes de la descarga del efluente hacia un curso de agua. Es decir, constituyen una suerte de 'pre-tratamiento' de la mezcla efluente. La construcción de diques de colas surgió como una necesidad para disminuir el impacto contaminante de la descarga del efluente sobre los cursos de agua receptores. (Orozco Collazos - DECTN, 2013)

La explotación minera en Bolivia tuvo distintas etapas, pudiendo distinguirse una primera de explotación de la plata entre 1544 a 1885, explotación del estaño entre 1885 y 1985, y de 1986 al presente la explotación de sulfuros complejos (plomo, zinc y plata). Actualmente la Asociación de Ingenios Mineros reúne 29 plantas con proceso de flotación diferencial. El proceso genera concentrados y residuos llamados colas (Romero - CTN Pilcomayo, 2011).

Según Romero, los problemas de contaminación en la cuenca del Pilcomayo son:

- Los drenajes ácidos provenientes de minas, desmontes y sucus, y diques antiguos. consisten en la emisión o formación de aguas de gran acidez, por lo general ricas en sulfatos, y con contenidos variables en metales pesados. Dicho drenaje se desarrolla a partir de la lixiviación de sulfuros metálicos o y de la pirita presente en carbones.
- Aguas servidas asociadas a efluentes residuales y sólidos domésticos.
- Aguas residuales industriales asociadas a las industrias en general, y en particular a los ingenios de concentración de minerales con sus mencionados diques de colas.



CIC



GEF / FMAM



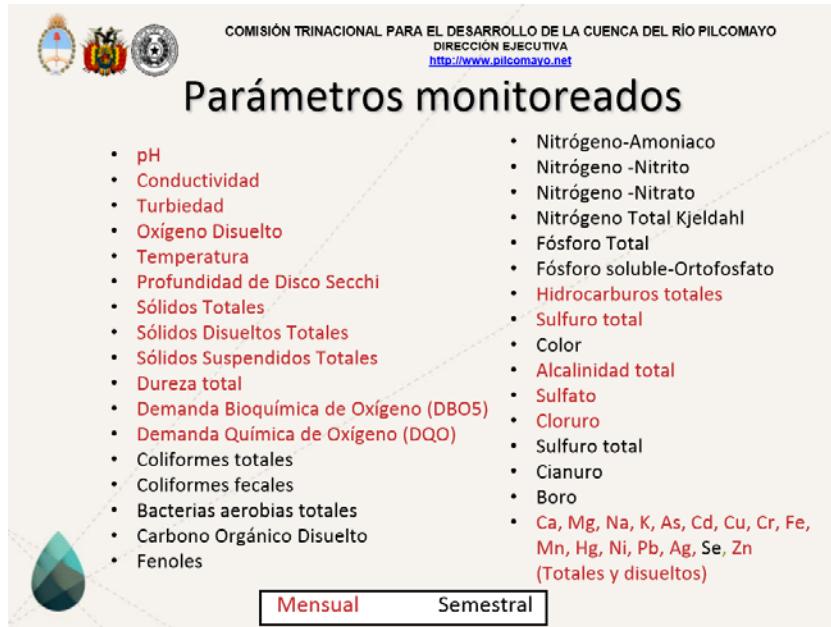
UNEP / PNUMA



OAS / OEA

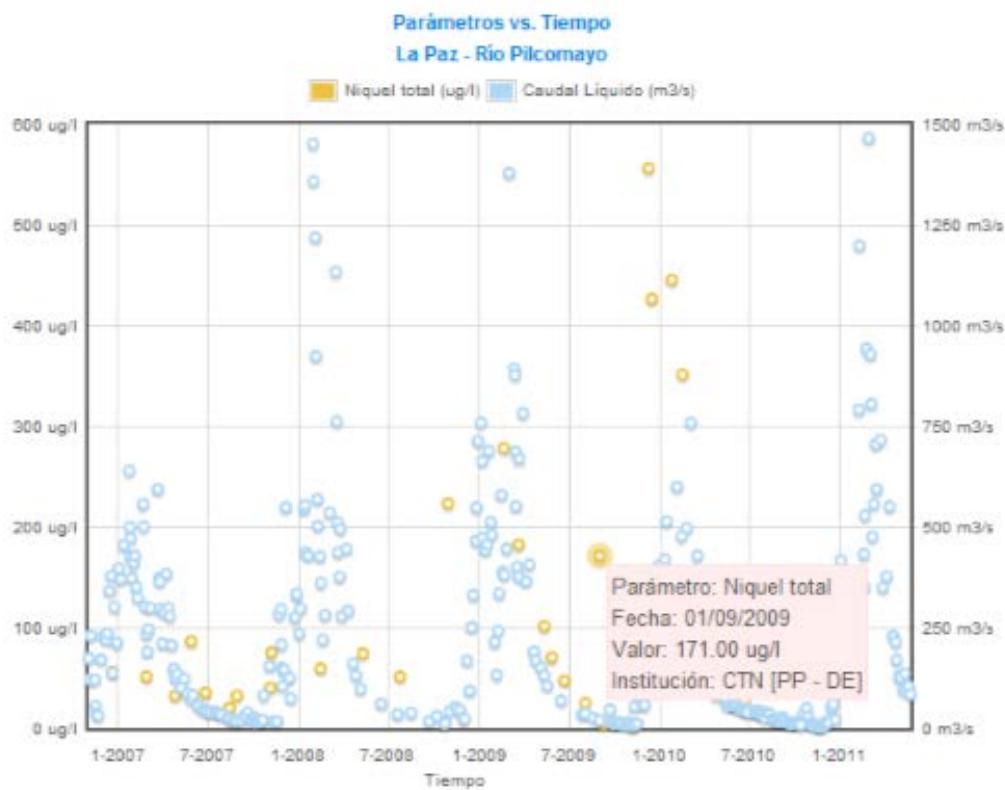
La Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo viene desarrollando un amplio monitoreo de la cuenca, poniendo a disposición en su página web (www.pilcomayo.net) información de las distintas campañas realizadas. Desde 2006 se vienen realizando campañas mensuales y campañas semestrales (distintos puntos de muestreo de las mensuales), analizando una vasta lista de parámetros, según se ve en la siguiente figura (Romero - CTN Pilcomayo, 2011).

Figura 11 - Parámetros monitoreados por la CTN Pilcomayo



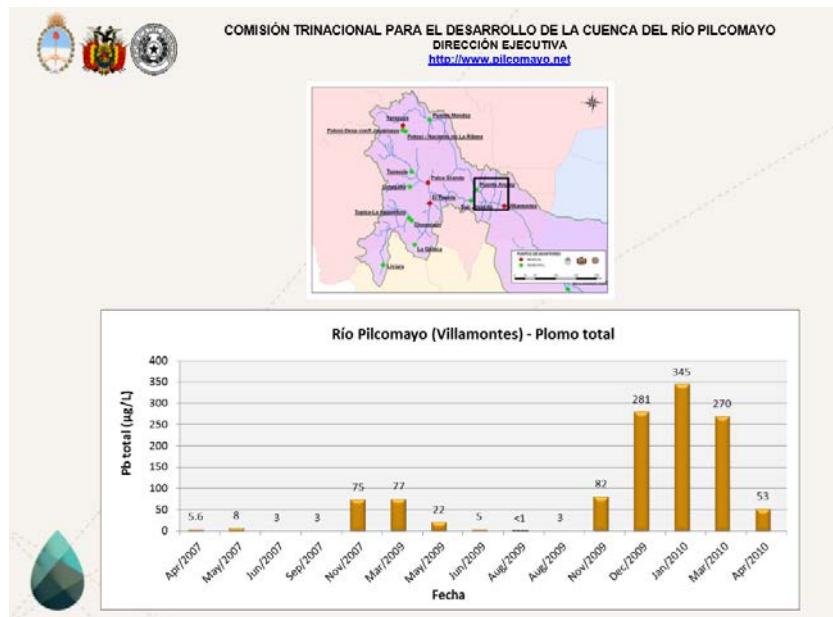
De la observación de los resultados surge inmediatamente las altas concentraciones de metales pesados en los distintos cursos de agua de la cuenca, quedando asimismo en evidencia la variabilidad de dichas concentraciones, fuertemente relacionada con la variabilidad de precipitaciones y por ende de los caudales que se presentan, encontrándose situaciones muy extremas. Véanse por ejemplo los registros de caudal y concentraciones de níquel de la siguiente figura (Romero - CTN Pilcomayo, 2011).

Figura 12 - Concentraciones de níquel y caudal en el río Pilcomayo



A continuación se presentan a modo de ejemplo gráficos que ponen en evidencia la fuerte contaminación de la cuenca con metales pesados (Romero - CTN Pilcomayo, 2011).

Figura 13 - Evolución de oncentraciones de plomo en el río Pilcomayo



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Figura 14 - Concentraciones de arsénico en el río Pilcomayo

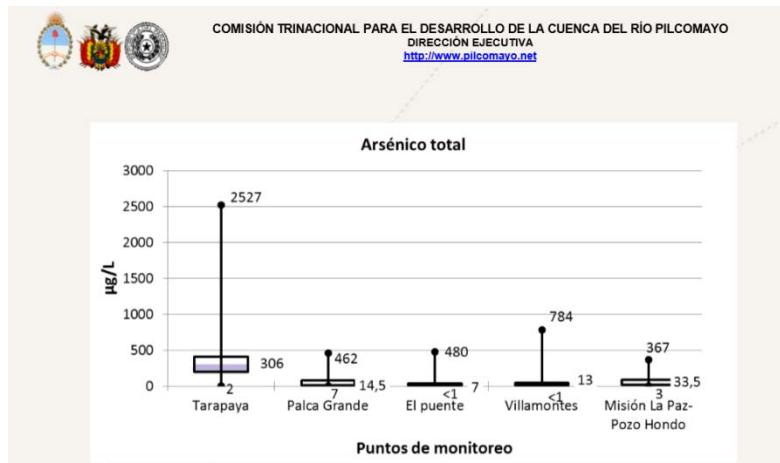


Figura 15 - Concentraciones de cadmio en el río Pilcomayo

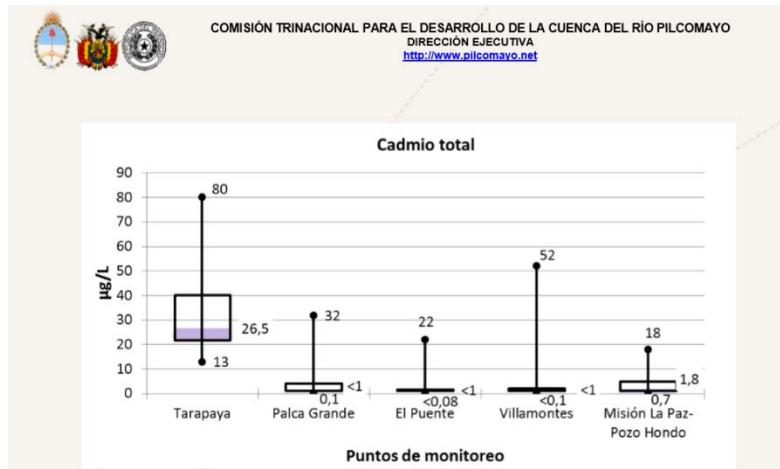
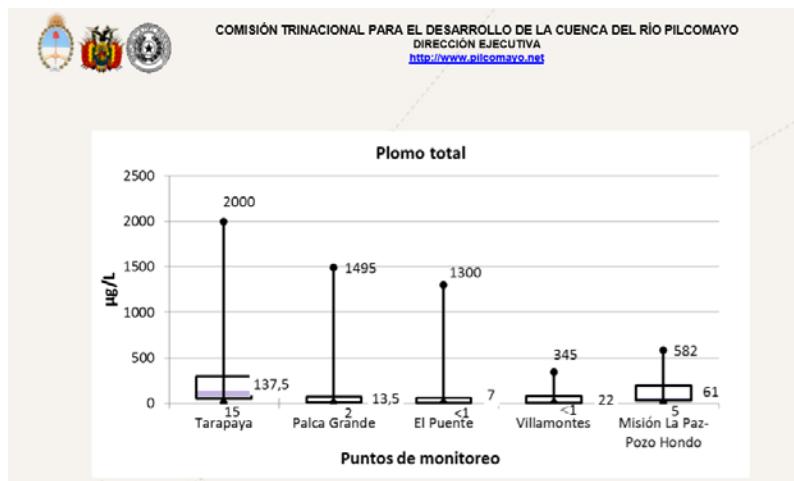


Figura 16 - Concentraciones de plomo en el río Pilcomayo



En informe de la Comisión Nacional del Río Pilcomayo de Paraguay, se reportan resultados de análisis de campaña de muestreo efectuada en agosto de 2014 en varios puntos de la cuenca, los cuales se realizaron por el CEMIT de la Universidad de Asunción (CEMIT, 2014). Se realizaron análisis fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos. En particular se analizaron metales pesados en agua y sedimentos.

De la observación de los resultados surge la presencia de altos niveles de fósforo y nitrógeno. Por otra parte, destaca también la presencia de manganeso y arsénico en fase acuosa, encontrándose el resto de metales pesados por debajo de límites de detección.

En cuanto a metales pesados en sedimento se detecta presencia de cromo, cobre, manganeso, mercurio, plomo y arsénico.

No se detectan indicios de contaminación orgánica o asociada a efluentes domésticos (baja DQO, coliformes fecales no detectables).

Río Bermejo

Como importante referente de síntesis situacional de este río, se encuentra el Programa Estratégico de Acción para la Cuenca Binacional del río Bermejo (COBINABE, 2000), el cual fue preparado en forma conjunta por los gobiernos de Argentina y Bolivia, a través de la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija (COBINABE), con asistencia del FNAM, PNUMA Y OEA.

En este programa se realizó un diagnóstico de la situación examinando las causas de las distintas problemáticas que se presentan, para luego diseñar, en función de ellas, un programa estratégico de acción y un plan de implementación.

Tratándose del río Bermejo, obviamente se destaca el fenómeno de transporte de sedimentos generados en la zona de cabecera contra la cordillera en territorio Boliviano, el cual luego en parte sedimenta en la zona de llanura del Chaco, y otra parte se arrastra hacia el río Paraguay y Paraná, llegando a aportar hasta el 90 % del caudal de sólidos de este último con importante afectación en el uso de navegación del mismo. La importante carga de sedimentos dificulta el aprovechamiento del recurso tanto por el deterioro de la calidad que el mismo implica, así como por la variabilidad de la traza que genera la deposición de sedimentos. Las causas de este fenómeno son naturales.

Como problemas de contaminación de origen antrópico, este informe identifica altos niveles de contaminación orgánica, bacteriológica y agroquímica en tramos localizados de cursos de la cuenca generando afectaciones de los usos del agua, la salud de la población y los ecosistemas acuáticos.

En las relaciones causales que el estudio desarrolla, el mismo identifica las siguientes causas directas:

- Vertido de aguas residuales crudas y semi-tratadas de los centros poblados directamente a los cursos de agua (68 % de los puntos muestreados presentaron restricciones para uso humano por contaminación bacteriológica).
- Contaminación industrial en algunos tramos de los ríos de la cuenca.
- Contaminación por manejo inadecuado de la ganadería y agricultura.

A un nivel mas conceptual del mismo análisis de relaciones causales se identifican las siguientes causas básicas:

- Insuficiencia o incumplimiento de las normas de control de contaminación.



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

- Infraestructura sanitaria insuficiente.
- Debilidad financiera de las instituciones responsables de la administración de los sistemas de alcantarillado sanitario.
- Inadecuada educación sanitaria y concientización de la comunidad.
- Deficiente sistema de información sobre la calidad de las aguas.

Dentro de las acciones propuestas en el PEA, se tomaron un conjunto de acciones tendientes no solo a atender las necesidades mas urgentes, sino también a catalizar la ejecución del PEA. Este conjunto de acciones primeras se identificó como PEA corto plazo. Entre estas acciones, se propuso la elaboración de un "Sistema Integral de Información Ambiental de la Cuenca Binacional del Río Bermejo", la cual está comprendida dentro del área estratégica "Concientización y participación pública". La publicación de referencia es PEA Bermejo - Sistema de integral de información ambiental de la cuenca binacional del río Bermejo (COBINABE, 2010) .

Entre los componentes del sistema de información se destaca la red de monitoreo de calidad de agua, conformada por 40 puntos de muestreo, de los cuales cuatro están ubicados en tramos binacionales de río, donde se miden sistemáticamente parámetros físicos, químicos y biológicos. Según se indica en la referencia (COBINABE, 2010), al momento de la publicación, "... el sistema de información para la gestión de la Cuenca del Río Bermejo se encuentra en esta etapa inicial de operación, en la cual se están identificando y realizando los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento". No se ha encontrado al momento el portal web con el sistema mencionado.

Río Uruguay

El PROCON se trata de un programa de monitoreo de calidad de aguas desarrollado bajo la órbita de la C.A.R.U. (Comisión Administradora del Río Uruguay), por lo que la extensión geográfica de este programa abarca al río Uruguay en el tramo que limita Argentina con Uruguay. Este programa se extendió entre los años 1987 y 2004, generando valiosa información de base que permitió caracterizar la calidad de las aguas del río Uruguay. El conjunto de parámetros relevados fue muy extenso, abarcando fisicoquímicos básicos, bacteriológicos, organoclorados, metales pesados, etc.

Las conclusiones de la primera etapa del PROCON en 1990 fueron:

"El Río Uruguay funciona como un sistema hídrico compuesto por dos partes diferenciales: el cauce principal del Río por donde pasa el mayor volumen de agua, y las zonas costeras donde el agua tiene una menor renovación y se produce un estacionamiento de la misma.

El río, en su cuerpo principal, se puede definir como limpio, ya que no se ha detectado presencia de contaminantes por encima de los estándares, en forma sistemática, en ningún punto del mismo.

Si se han detectado problemas de contaminación en las zonas costeras del Río, provenientes principalmente de efectos locales y que no se transmiten a distancia.

En el cuerpo principal del Río las pocas violaciones los estándares se concentran en tres puntos que merecen una profundización en los estudios, que son: Bella Unión-Monte Caseros, punto de entrada al sistema, Salto-Concordia. punto aguas abajo de la principal concentración urbana en el tramo, y la estación de Fray Bentos que coincide con la descarga del Río Gualeguaychú. donde se ha encontrado algunos valores altos de metales pesados, sobre todo en plomo". (www.caru.org.uy)

Mas allá de estas conclusiones de carácter general, en una campaña del año 2000 (CARU, 2000) se pueden observar (situación reportada como típica en el informe correspondiente) concentraciones de Nitrógeno total con valores promedio de 0,6 mg/L, y de Fósforo total con valores en el entorno de 0,1 mg/L, constatándose valores aún mayores en la zona de Nueva

Palmira - Delta del Paraná. Asimismo se detectaron valores de PCB's y organoclorados por encima de los estándares en los Salto Grande y fundamentalmente Nueva Palmira.

Según la A.N.A. (A.N.A., 2005) en el tramo del río Uruguay situado en territorio brasílico, las principales fuentes de contaminación están dadas por:

- Efluentes residuales domésticos con un bajo nivel de tratamiento.
- Agroindustria, principalmente suinocultura y avicultura, sin adecuado o ningún tratamiento de los efluentes o desechos generados.
- Agricultura, que impacta a través de la remoción de la cobertura vegetal sin prácticas de conservación de suelos así como a través del uso de agrotóxicos. Los cultivos más extendidos en esta zona son la soja, arroz y maíz.
- Explotación maderera, que conjuntamente con la agricultura constituyen la principal causa de la erosión.
- Actividad industrial, entre las que destacan la producción de celulosa y papel, mataderos, curtiembres y cerveceras.
- Actividad minera enfocada fundamentalmente en la explotación de piedras semipreciosas, arena y arcilla.

Asociado fundamentalmente a la suinocultura, se identifica en la cuenca alta presencia de coliformes fecales y nitratos.

Si bien se destaca la contaminación por suinocultura e industria de celulosa, se alude a un impacto de tipo localizado.

Al menos al momento de la publicación revisada, el monitoreo era escaso, destacándose la necesidad de implementar campañas más intensas.

En la figura a continuación se presentan las principales actividades contaminantes de la región.



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

Figura 17 - Cuenca Uruguay - Áreas críticas y fuentes de contaminación (A.N.A., 2005)

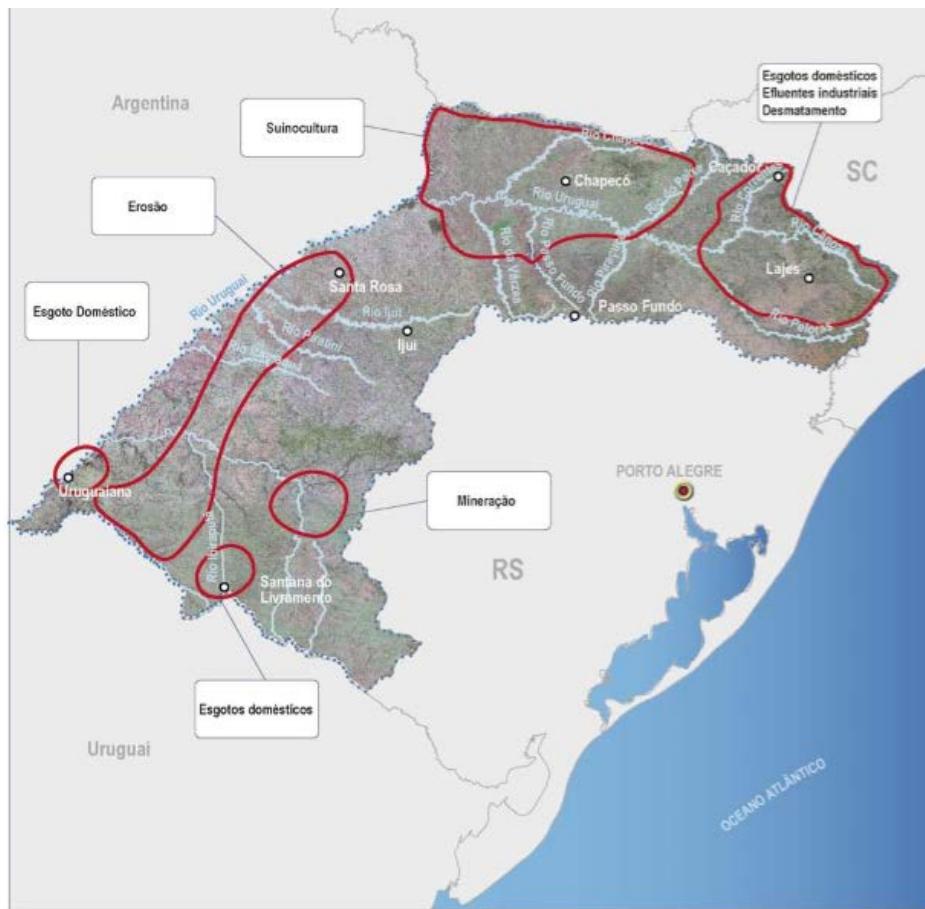
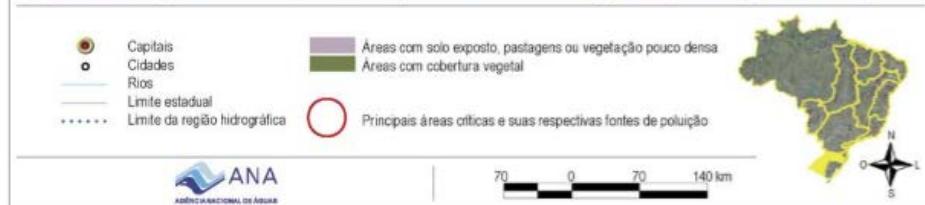


Figura 41 - Principais Áreas Críticas e suas Respectivas Fontes de Poluição - Região Hidrográfica do Uruguai



6. Problemas transfronterizos

Tal como se anticipaba desde el planteo de la visión y la formulación del macro ADT, y a la luz de los resultados de la primera campaña y revisión de distintos antecedentes se reafirma la identificación de los siguientes problemas transfronterizos relativos a la calidad del agua en la cuenca:

- Alta carga de nutrientes. Se evidencia en los resultados de la primer campaña y se identifica en los distintos antecedentes analizados. El estudio de principales contaminantes esboza los primeros números acerca de los órdenes de cada fuente, identificando las fuentes de contaminación difusa, y principalmente la agricultura como la responsable del mayor porcentaje de la carga de nutrientes que fluye por los cursos de agua de la cuenca.

El uso abusivo e indiscriminado de fertilizantes así como las malas prácticas de laboreo que acentúan la degradación de los suelos es citada por varios de los antecedentes revisados. Por otra parte, en forma mas localizada, y fundamentalmente en cabeceras de cuenca el aporte urbano cobra relevancia en este aspecto (Sao Paulo, Curitiba, ciudades de Bolivia).

- Grado de tratamiento de los efluentes residuales líquidos e inadecuada disposición de los residuos sólidos. Existe un bajo promedio general de cobertura de saneamiento y tratamiento de los líquidos residuales domésticos. De igual forma existen numerosos casos de inadecuada disposición de residuos sólidos que son alcanzados tanto por los escorrentimientos como por las zonas de inundación de los cursos de agua de la cuenca. En general estas situaciones generan interferencias de uso en el contexto local. Pero se entiende que constituye un problema transfronterizo desde el momento que se extiende en forma general en toda la cuenca.
- Aporte de metales pesados desde la zona minera de Bolivia. Problema de larga data y plenamente identificado, con instituciones que se encuentran hace ya algún tiempo abordando el tema. Sin embargo la presencia de este tipo de contaminantes se continúa evidenciando en niveles superiores a lo deseable según la mayoría de las normativas. Las presas de colas (presas de retención de los contaminantes) resultan ser una medida parcial de mitigación representando un riesgo en si mismas ante eventuales fallas estructurales.
- Si bien no se evidencia en la campaña de muestreo, es mencionado de forma general y recurrente en los distintos antecedentes analizados la utilización indiscriminada de agrotóxicos, los cuales probablemente no constituyan un problema para los principales cursos (ya sea por la relación de dilución, o tiempo de persistencia en condiciones solubles), pero que seguramente constituyen un problema a nivel de cursos menores, interfiriendo con usos de abrevamiento o tomas de agua para potabilización. Nuevamente también aquí aparece el tema de la degradación de suelos ya citado, como potenciador del problema.
- La presencia de embalses y las altas concentraciones de nutrientes generan una situación de riesgo respecto a la aparición de floraciones de algas potencialmente tóxicas que es importante observar. Si bien en las cuencas de cabecera del río Paraná este problema se evidencia en forma mas frecuente o continua, represas de mayor porte en los cursos principales también presentan este riesgo (Yacyretá, Itaipú, etc.).

7. Posibles incidencias del cambio climático

Según el informe de INPE "Clima, variabilidade hidro-climática e cenários futuros de clima na Bacia do Prata: Uma revisão geral" (INPE, 2014), el clima en la cuenca del Plata en el transcurso del presente siglo experimentará ciertas variaciones como consecuencia del calentamiento global. Las temperaturas promedio se incrementarán entre 2 y 5 grados. Respecto a las precipitaciones, según los modelos regionales, se estima un aumento del volumen total anual, y una alteración de su distribución, concentrándose las mismas en picos extremos de mayor intensidad, y a su vez separados por períodos secos de mayor extensión e intensidad.

Ante estas modificaciones en el clima, la calidad del agua podría verse afectada en los siguientes aspectos:

- Las precipitaciones de mayor intensidad, generarán mayores caudales de escorrentimiento y por tanto mayores velocidades, provocando un lavado de los suelos mas intenso, generando así mayores aportes (en términos de cargas totales) de las distintas sustancias y contaminantes como ser nutrientes, agrotóxicos, etc. Cabe aclarar que no necesariamente aumenten las concentraciones, pudiendo incluso disminuir.

- Pero también a causa del mismo fenómeno de lavado es previsible un mayor arrastre de sedimentos.
- Probablemente este desplazamiento hacia los extremos en las precipitaciones torne mas vulnerable la matriz de los suelos, debilitando o disminuyendo durante períodos de sequía, la cobertura vegetal que genera la trama estructural que ayuda a retener los suelos, y dejando mas expuestos estos últimos a la acción erosiva del escurrimiento. Esta mayor exposición del suelo seguramente resulte en mayores arrastres.
- El mayor aporte de nutrientes, el incremento de temperaturas y prolongados períodos de estiaje con condiciones de escurrimiento mas calmas son factores propicios para la aparición de floraciones algales, tanto mas frecuentes y extremas cuanto mas lo sean los factores mencionados.

8. Conclusiones y recomendaciones para el ADT

- Ajuste de monitoreo a las necesidades detectadas. Es decir, realizar de forma general los análisis básicos (como son los indicados in situ y algún otro de sencilla realización) realizando otros mas específicos sólo en caso que se halla detectado una problemática o necesidad particular (p. ej. metales en ríos Pilcomayo y Bermejo).
- Evaluar la incorporación de muestreo y análisis de sedimentos para determinados cursos. En principio deberían incorporarse de forma general en toda la cuenca para contar con un panorama de la situación, para luego acotar dichos muestreos a donde resulte estrictamente necesario. En este sentido, se puede anticipar el caso de metales en sedimentos en las cuencas del Pilcomayo y Bermejo, y probablemente en los ríos Paraguay y Paraná en determinada zona de influencia de las descargas de los cursos anteriores.
- Diseñar monitoreo de embalses apuntando a determinar condiciones tróficas de los mismos y nivel de riesgo de floraciones algales. Se recomienda efectuar 4 muestreos al año de forma de cubrir variaciones estacionales. Ensayos específicos a realizar: Fósforo (agua y sedimento), Nitrógeno (agua y sedimento), perfil de temperatura, Disco Secchi, clorofila A, Ficocianina, y Microcistina en caso de presencia de floración de cianobacterias.
- Complementando el punto anterior, sería de utilidad el diseño e implementación de un índice de estado trófico a determinar en los embalses de la cuenca. Este tipo de índices permite, al tomar en cuenta factores que determinan el estado trófico del cuerpo de agua, predecir el riesgo de ocurrencia de floraciones algales en el mismo. El uso de este tipo de indicadores presenta la ventaja de representar de que forma incide cada factor, realizando las ponderaciones que correspondan.
- Implementación de base de datos compartida, accesible para todos los países, que incorpore no sólo los datos de campañas realizadas en el contexto del CIC, sino todo antecedente de muestreo en los cursos de interés. Un posible modelo a seguir es la base de datos del río Pilcomayo, desarrollada en el contexto de la Comisión Trinacional del Pilcomayo (www.pilcomayo.net). Cuando existan bases de datos ya en funcionamiento, como es la de Pilcomayo, se pueden establecer vínculos para tomar sus datos y volcarlos a la base general de la cuenca del Plata.
- Implementar el uso de índices de calidad de agua que permitan, según su diseño, ponderar correctamente la incidencia y criticidad que se entienda que cada parámetro tiene en la calidad del curso de agua muestreado. El uso de estos índices tiene el valor agregado de mostrar una apreciación global de la calidad del agua, como resultante de los distintos valores obtenidos para los parámetros analizados. En este sentido, Brasil tiene un importante trabajo realizado que se puede tomar como modelo de inicio (A.N.A.,2005).
- Repetir en cada campaña el análisis de consistencia que resulta de contrastar estimaciones (como la realizada por Carsen) vs mediciones de las campañas. Esto permitirá ir ajustando parámetros de los cálculos de estimación, así como detectar



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA

situaciones no contempladas (p. ej. nuevas fuentes de contaminación), mejoras o cambios a realizar en las mediciones.

- Diseñar e implementar a nivel institucional las acciones tendientes a implantar mejores prácticas de cultivos tendientes a mitigar el impacto generado en los cursos de agua. En este sentido, cabe destacar que ya existen varios emprendimientos en curso a nivel mas localizado, ya sea a través de comisiones transnacionales (Pilcomayo, Bermejo, etc.), como es probable que también existan emprendimientos a nivel nacional (ministerios, provincias, municipios, etc.)..
- Apoyar y potenciar proyectos existentes (Comisiones del Pilcomayo y Bermejo) o que se estimen necesarios para la gestión y mitigación de los impactos derivados de los pasivos ambientales de la explotación minera en territorio Boliviano.
- El saneamiento urbano, tanto en lo relativo a los efluentes líquidos domésticos con los bajos niveles de cobertura y tratamiento, así como la gestión de los residuos sólidos y su inadecuada disposición presentan un gran campo de trabajo con mucho proyecto, obra e inversión a realizar. En tal sentido, y del mismo modo que se comentó en otros puntos, el CIC podría realizar un inventario detallado de casos, identificando el marco institucional que se ocupa de cada uno, planes o proyectos que los contemplan, dificultades en curso, para entonces finalmente determinar intervenciones de ayuda concretas en cada caso. También en este caso, la visión integradora seguramente puede ayudar presentar la problemática en su conjunto, definiendo prioridades con el fin de gestionar apoyo financiero externo por parte de instituciones internacionales.
- Como propuesta válida para distintos problemas, puede resultar provechoso hacer un relevamiento de los distintos emprendimientos ya en curso a nivel local en toda la cuenca, identificando el estado de avance y dificultades de cada uno de ellos, e interviniendo precisamente para ayudar a superar dichas dificultades. De esta manera se intervendría en forma estratégica, asistiendo donde resulta necesario, aportando una visión global e integradora y dejando el protagonismo de las acciones mas directas a los actores mas directamente vinculados en los ámbitos locales, que serán quienes a la larga podrán dar continuidad a los emprendimientos. El CIC en su rol supervisor e integrador también podrá cruzar experiencias entre los distintos entornos locales, enriqueciendo el conocimiento de cada uno de ellos. Sería entonces importante formalizar vínculos con las distintas instituciones locales que atienden las diversas problemáticas identificadas, de forma de mantener un vínculo fluido.

9. Bibliografía

A.N.A (2005). *Cadernos de recursos hídricos 1. Panorama da qualidade das aguas superficiais no Brasil.* Agencia Nacional de Aguas. Ministerio de Meio Ambiente.

CARSEN Pittaluga, Andrés E. (2013), *Estimación de la carga de contaminantes principales de la Cuenca del Plata para el Grupo de Calidad de Agua.* Proyecto Programa Marco para la Cuenca del Plata. CIC Plata.

CARU, (2000). *Evaluación de puntos críticos y PROCON. Informe técnico.* CARU. Subcomisión de contaminación.

CEMIT, (2014). Informe del Centro multidisciplinario de investigaciones tecnológicas de la Universidad de Asunción. Comisión nacional del río Pilcomayo. Ministerio de obras públicas y comunicaciones. Paraguay.

COBINABE, (2000). *Programa estratégico de acción para la cuenca binacional del río Bermejo.* Comision Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca Del Río Bermejo y Grande de Tarija.

COBINABE, (2010). *Sistema integral de información ambiental de la cuenca binacional del río Bermejo.* Comision Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca Del Río Bermejo y Grande de Tarija.

CRESPO Alberto, MARTINEZ Luraghi, Oscar, (2000). *Agua para el siglo XXI para América del Sur. De la visión a la acción. Informe nacional sobre la gestión del agua en Paraguay.* CEPAL.

INPE (2014)

OROZCO COLLAZOS (2013). *Actualización de los estudios de funcionamiento de las presas de colas en la alta cuenca del río Pilcomayo.* Dirección Ejecutiva de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

ROMERO, Lucy (2011). *Cuenca del río Pilcomayo. Monitoreo de la calidad del agua.* Presentación realizada para la XXXIV REUNIÓN - BUENOS AIRES - FEBRERO DE 2008. Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

www.caru.org.uy

www.pilcomayo.net