



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 sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima*



## Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata ADT



**CIC**  
Cuenca del Plata

  
**fmam**  
FONDO PARA EL MEDIO  
AMBIENTE MUNDIAL

**ONU**   
**medio ambiente**  
Programa de las Naciones  
Unidas para el Medio Ambiente

  
**OEA**  
No. 08/030 junio 2018



# Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata

ADT

Diciembre de 2016





Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata

ADT

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata-ADT. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata - CIC ; Estados Unidos : Organización de los Estados Americanos - OEA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-46456-8-5

1. Gestión de los Recursos Hídricos.

CDD 333.91

# Índice

13	<b>Prefacio</b>
17	<b>Presentación</b>
21	<b>Resumen ejecutivo</b>
37	<b>Capítulo 1: Caracterización de la Cuenca del Plata</b>
37	<b>1.1 Localización</b>
40	<b>1.2 Aspectos socioeconómicos</b>
40	1.2.1 Demografía
41	1.2.2 Indicadores socioeconómicos
43	1.2.3 Salud
45	<b>1.3 Descripción general</b>
45	1.3.1 Caracterización de subcuencas
49	1.3.2 Clima
50	1.3.3 Geología
51	1.3.4 Suelos
53	1.3.5 Principales humedales
55	1.3.6 Biodiversidad acuática: La ictiofauna
55	1.3.7 Pesca en la Cuenca del Plata
56	1.3.8 Ecosistemas y presión antrópica
58	1.3.9 Áreas protegidas
60	1.3.10 Producción y transporte de sedimentos
62	1.3.11 Biomas críticos
63	<b>1.4 Recursos hídricos</b>
63	1.4.1 Disponibilidad de los recursos hídricos
63	1.4.1.1 Aguas meteóricas
66	1.4.1.2 Aguas superficiales
76	1.4.1.3 Aguas subterráneas
80	1.4.2 Usuarios de recursos hídricos
80	1.4.2.1 Servicios urbanos
83	1.4.2.2 Sector agropecuario
85	1.4.2.3 Industria
86	1.4.2.4 Minería
87	1.4.2.5 Hidroelectricidad
89	1.4.2.6 Navegación
89	1.4.2.7 Protección de los ecosistemas
91	1.4.2.8 Ecoturismo
93	1.4.3 Estimación cuantitativa de las demandas
93	1.4.3.1 Consideraciones sobre demandas en la Cuenca del Plata

95	1.4.4 Relación disponibilidad–demanda
95	1.4.4.1 Evaluación general cualitativa
<b>98</b>	<b>1.5 Sistemas de monitoreo, alerta y predicción hidroclimática</b>
98	1.5.1 Sistemas de monitoreo hidrometeorológico
98	1.5.1.1 Observaciones meteorológicas
98	1.5.1.2 Observaciones hidrológicas
99	1.5.1.3 Redes de observación
99	1.5.1.4 Radares meteorológicos en la Cuenca del Plata
102	1.5.1.5 Satélites meteorológicos
102	1.5.1.6 Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS)
103	1.5.2 Sistemas de alerta y predicción hidroclimática
103	1.5.2.1 Por país y sistemas a nivel de Cuenca del Plata
109	1.5.2.2 Foros y servicios climáticos en el marco de la OMM
110	1.5.2.3 Predicciones numéricas climáticas con fines hidrológicos
<b>112</b>	<b>1.6 Marco legal–institucional</b>
112	1.6.1 Sistema de la Cuenca del Plata
<b>117</b>	<b>Capítulo 2: Variabilidad y cambio climático en la Cuenca del Plata</b>
<b>117</b>	<b>2.1 Sistemas y procesos dominantes</b>
117	2.1.1 Variabilidad climática
121	2.1.2 Cambio climático
124	2.1.2.1 Proyecciones con modelos de cambio climático
131	2.1.3 Extremos climáticos
134	2.1.4 Conclusiones y recomendaciones
<b>137</b>	<b>2.2 Previsión de impactos</b>
<b>139</b>	<b>2.3 Conferencias de las partes</b>
139	2.3.1 Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
139	2.3.2 Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>143</b>	<b>Capítulo 3: Marco legal–institucional</b>
<b>143</b>	<b>3.1 Estado de conocimiento legal e institucional en la Cuenca del Plata</b>
<b>145</b>	<b>3.2 Aspectos generales</b>
145	3.2.1 Acuerdos en el ámbito mundial
145	3.2.2 Acuerdos en el ámbito regional
146	3.2.3 Normas nacionales
147	3.2.4 Instituciones regionales
148	3.2.5 Instituciones nacionales e interjurisdiccionales
148	3.2.6 Planes nacionales

<b>149</b>	<b>3.3 Marco legal-institucional. Aspectos específicos</b>
149	3.3.1 Eventos hidrológicos extremos
150	3.3.2 Pérdida de calidad del agua
151	3.3.3 Sedimentación de los cuerpos y cursos de agua
152	3.3.4 Alteración y pérdida de la biodiversidad
153	3.3.5 Uso no sostenible de recursos pesqueros
154	3.3.6 Utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas
155	3.3.7 Conflictos por el uso del agua y el impacto ambiental de los cultivos irrigados
157	3.3.8 Falta de planes de contingencia frente a desastres
158	3.3.9 Insalubridad de las aguas y el deterioro de la sanidad ambiental
159	3.3.10 Navegación
161	3.3.11 Hidroelectricidad
<b>165</b>	<b>Capítulo 4: Temas críticos transfronterizos</b>
<b>165</b>	<b>4.1 Introducción</b>
<b>171</b>	<b>4.2 Eventos hidrológicos extremos</b>
171	4.2.1 Inundaciones
171	4.2.1.1 Presentación del tema
171	4.2.1.2 Impactos ambientales, sociales y económicos
172	4.2.1.3 Actividades desarrolladas
174	4.2.1.4 Ampliación y actualización del conocimiento
178	4.2.1.5 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
179	4.2.2 Sequías
179	4.2.2.1 Presentación del tema
179	4.2.2.2 Impactos ambientales, sociales y económicos
180	4.2.2.3 Actividades desarrolladas
180	4.2.2.4 Ampliación y actualización del conocimiento
180	4.2.2.5 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
181	4.2.3 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
182	4.2.4 Principales causas detectadas
183	4.2.5 Recomendaciones
<b>184</b>	<b>4.3 Pérdida de calidad del agua</b>
184	4.3.1 Presentación del tema
184	4.3.2 Actividades desarrolladas
184	4.3.3 Ampliación y actualización del conocimiento
189	4.3.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
190	4.3.5 Principales causas detectadas
191	4.3.6 Recomendaciones
<b>192</b>	<b>4.4 Sedimentación de los cuerpos y cursos de agua</b>
192	4.4.1 Presentación del tema
192	4.4.2 Actividades desarrolladas
192	4.4.3 Ampliación y actualización del conocimiento
193	4.4.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

195	4.4.5 Impactos ambientales, sociales y económicos
195	4.4.6 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
196	4.4.7 Principales causas detectadas
197	4.4.8 Recomendaciones

#### **198 4.5 Alteración y pérdida de la biodiversidad**

198	4.5.1 Presentación del tema
198	4.5.2 Actividades desarrolladas
199	4.5.3 Ampliación y actualización del conocimiento
202	4.5.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
202	4.5.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
203	4.5.6 Principales causas detectadas
204	4.5.7 Recomendaciones

#### **206 4.6 Uso no sostenible de recursos pesqueros**

206	4.6.1 Presentación del tema
206	4.6.2 Actividades desarrolladas
206	4.6.3 Ampliación y actualización del conocimiento
208	4.6.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
208	4.6.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
209	4.6.6 Principales causas detectadas
210	4.6.7 Recomendaciones

#### **211 4.7 Utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas**

211	4.7.1 Presentación del tema
211	4.7.2 Actividades desarrolladas
211	4.7.3 Ampliación y actualización del conocimiento
215	4.7.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
215	4.7.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
216	4.7.6 Principales causas detectadas
217	4.7.7 Recomendaciones

#### **218 4.8 Conflictos por el uso del agua e impacto ambiental de los cultivos irrigados**

218	4.8.1 Presentación del tema
218	4.8.2 Actividades desarrolladas
218	4.8.3 Ampliación y actualización del conocimiento
220	4.8.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
220	4.8.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
221	4.8.6 Principales causas detectadas
222	4.8.7 Recomendaciones

#### **223 4.9 Falta de planes de contingencia frente a desastres**

223	4.9.1 Presentación del tema
223	4.9.2 Actividades desarrolladas
223	4.9.3 Ampliación y actualización del conocimiento
223	4.9.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
224	4.9.5 Principales causas detectadas

225	4.9.6 Recomendaciones
<b>226</b>	<b>4.10 Insalubridad de las aguas y deterioro de la sanidad ambiental</b>
226	4.10.1 Presentación del tema
226	4.10.2 Actividades desarrolladas
226	4.10.3 Ampliación y actualización del conocimiento
227	4.10.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
228	4.10.5 Principales causas detectadas
229	4.10.6 Recomendaciones
<b>230</b>	<b>4.11 Limitaciones a la navegación</b>
230	4.11.1 Presentación del tema
230	4.11.2 Actividades desarrolladas
230	4.11.3 Ampliación y actualización del conocimiento
233	4.11.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
233	4.11.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
234	4.11.6 Principales causas detectadas
235	4.11.7 Recomendaciones
<b>236</b>	<b>4.12 Hidroelectricidad</b>
236	4.12.1 Presentación del tema
236	4.12.2 Actividades desarrolladas
236	4.12.3 Ampliación y actualización del conocimiento
237	4.12.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático
237	4.12.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales
237	4.12.6 Principales causas detectadas
237	4.12.7 Recomendaciones
<b>239</b>	<b>4.13 Principales problemas detectados por subcuenca</b>
<b>255</b>	<b>Capítulo 5: Conclusiones del ADT como aportes para el PAE</b>
<b>261</b>	<b>Anexo: información complementaria</b>
<b>271</b>	<b>Glosario</b>
<b>277</b>	<b>Referencias</b>
<b>279</b>	<b>Listado de figuras</b>
<b>281</b>	<b>Listado de tablas</b>
<b>285</b>	<b>Listado de siglas y acrónimos</b>
<b>293</b>	<b>Crédito de fotografías</b>
<b>295</b>	<b>Referencias institucionales</b>



# Prefacio

La Cuenca del Plata es una de las más importantes del mundo, tanto por su extensión como por sus características socioeconómicas. Es un área de más de tres millones de kilómetros cuadrados, habitada actualmente por más de 110 millones de personas y produce más del 70% del PBI de los cinco países que la integran.

La Cuenca constituye un sistema hídrico con una notable diversidad y productividad en materia biológica, alberga el mayor corredor de humedales de América del Sur y es reconocida como una de las más importantes cuencas del mundo por la cantidad, variedad y endemismo de su ictiofauna. No obstante su riqueza, es una de las cuencas más afectadas en lo social y económico por las cíclicas inundaciones y los persistentes periodos de sequías. La relación entre la hidrología, las modificaciones en el uso del suelo y las incertidumbres respecto del clima futuro plantea una serie de desafíos para disminuir la vulnerabilidad a los desastres naturales y atender la gestión ambiental y las necesidades de la población en condiciones de pobreza y marginalidad. En este escenario, el desarrollo económico y social requerido, dentro del marco de integración regional que lo contiene, plantea la

necesidad de un gran esfuerzo en la valoración, conciencia y educación respecto de la naturaleza.

En 2001, los gobiernos de los cinco países que integran el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) decidieron incorporar al organismo capacidades técnicas para atender estos desafíos y concertar un Programa de Acción como guía para la gestión, donde los recursos hídricos juegan un papel clave, incluyendo las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas y sus vínculos con el uso del suelo y el clima. En este esfuerzo, que desarrolló por primera vez un enfoque integrado, las instituciones partícipes coincidieron en la necesidad de fortalecer una visión común de la Cuenca, buscando identificar y priorizar problemas comunes y sus principales causas, de manera de enfrentarlos en forma conjunta y coordinada.

En base a estos antecedentes, y con el apoyo de la SG/OEA y del PNUMA, se gestionó y obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para llevar a cabo el *Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuen-*

ca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático (Programa Marco). El Programa fue concebido como un proceso de gestión de largo plazo, a ser ejecutado en forma coordinada por los cinco países, en el marco del CIC. Durante la etapa inicial de formulación del proyecto (2003-2005), y sobre la base de un proceso participativo, se identificaron los principales desafíos a nivel de cuenca y se delimitaron las propuestas preliminares para la gestión, orientadas a resolver o mitigar los problemas identificados.

La Etapa 1 del Programa Marco –ejecutada entre 2010 y 2016– permitió profundizar el diagnóstico realizado, logrando caracterizar de forma más precisa y detallada los problemas de la Cuenca, obteniendo una visión integral del estado de los sistemas hídricos. A partir de este mejor conocimiento, se consolidó el Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y se formuló el Programa de Acciones Estratégicas (PAE), como documento de políticas y acciones prioritarias consensuadas por los cinco países para resolver los principales problemas identificados, particularmente aquellos de carácter transfronterizo.

Los trabajos fueron desarrollados con la activa participación de instituciones nacionales de cada país, a través de especialistas designados para conformar Grupos Temáticos, que actuaron como instancia de planificación y consenso técnico en la implementación de los distintos subcomponentes en que se estructuró la ejecución

del Programa Marco. Los productos de este esfuerzo se sintetizan en una serie de publicaciones –de la cual el presente documento forma parte– que dan muestra de los resultados obtenidos.

El Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata, agradece el compromiso y esfuerzo de cada una de las personas e instituciones que apoyaron y participaron de la ejecución del Programa Marco. Asimismo, reconoce la valiosa cooperación y aporte de la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de su Departamento de Desarrollo Sostenible, quien colaboró y apoyó al CIC en la ejecución del Programa, y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien actuó como agencia de implementación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

El trabajo desarrollado durante esta primera etapa del Programa Marco representó una experiencia pionera, donde más de 150 instituciones y 1500 especialistas de la región lograron articular los intereses y voluntades de cada país en la búsqueda de un objetivo común, orientado a la gestión integrada de los recursos hídricos en el marco de la variabilidad y el cambio climático. Se espera que la experiencia de gestión y las herramientas técnicas desarrolladas cimenten y fortalezcan la voluntad de cooperación e integración regional, buscando avanzar hacia el objetivo de lograr el desarrollo sostenible y el bienestar de los habitantes de los países de la Cuenca del Plata.





# Presentación

Durante el IV Diálogo Interamericano de Gestión de Aguas (Foz de Iguazú, Brasil, 2001), los países de la Cuenca del Plata (CdP), a través de representantes de las Cancillerías, autoridades y técnicos de entidades vinculadas con la gestión de los recursos hídricos, acordaron llevar adelante un programa regional para avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos en relación con el clima en la Cuenca.

A partir de este interés, y en el ámbito del Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC), se gestionó y obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para la preparación y ejecución del proyecto *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* (en adelante Programa Marco). Las actividades contaron con el apoyo técnico y administrativo del Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (DDS-SG/OEA), en el marco de un acuerdo de colaboración suscrito con el CIC y con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como agencia de implementación del FMAM.

El objetivo general del proyecto es fortalecer la cooperación transfronteriza entre los gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay para garantizar la gestión de los recursos hídricos compartidos de la Cuenca, de manera integrada y sostenible, en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, capitalizando oportunidades para el desarrollo.

Durante la etapa de formulación del Programa Marco (2003–2005) se elaboró un análisis preliminar de los principales problemas ambientales y de los factores y barreras a superar en la CdP. A través de un proceso de amplia participación, se caracterizó el estado y comportamiento de los sistemas hídricos, sintetizando los principales temas críticos transfronterizos (TCT) presentes y emergentes, las cadenas causales asociadas, las propuestas preliminares de solución y los vacíos de información. Conforme presentadas en el Macro-Análisis Diagnóstico Transfronterizo (Macro-ADT), los principales TCT de la Cuenca son: i) Los eventos hidrológicos extremos vinculados con la variabilidad y el cambio climático; ii) La pérdida de calidad del agua; iii) La sedimentación de los cuerpos y cursos de agua de la Cuenca; iv) La altera-

ción y pérdida de la biodiversidad; v) El uso no sostenible de los recursos pesqueros; vi) La utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas; vii) Los conflictos por el uso del agua y el impacto ambiental de los cultivos irrigados; viii) La falta de planes de contingencia frente a desastres; y ix) La insalubridad de las aguas y el deterioro de la sanidad ambiental.

En la Etapa 1 del proyecto se decidió incorporar como TCT a las limitaciones a la navegación y al desarrollo del potencial hidroenergético –temas que ya estaban contemplados en otros componentes del Programa Marco– por ser dos sectores socioeconómicos fundamentales para la integración regional.

La Etapa 1 permitió profundizar el conocimiento para caracterizar de forma más precisa y detallada los TCT, obteniendo una visión integral del estado del sistema hidrológico transfronterizo, que facilita el desarrollo de estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos.

Las actividades se llevaron a cabo con el activo involucramiento de especialistas y autoridades de las diversas instituciones gubernamentales y del sector académico vinculadas con la gestión de los recursos hídricos, del ambiente y del clima de cada país. A nivel nacional, los especialistas designados conformaron Unidades Nacionales de Proyecto (UNP), lideradas por un Coordinador Nacional, responsable por el seguimiento y articulación de las actividades del proyecto en cada país. A nivel regional, los especialistas de las entidades e instituciones de cada país fueron agrupados de acuerdo con los distintos temas (balance hídrico, degradación de tierras, ecosistemas, calidad de agua, etc.), conformando Grupos Temáticos (GT), encargados de la formulación, ejecución y seguimiento de las actividades del proyecto en los distintos componentes,

en el marco de los lineamientos y directrices del documento de proyecto y resoluciones del Consejo Director.

Luego de un periodo inicial de recopilación y análisis de información, se desarrollaron estudios técnicos orientados a cubrir los vacíos de información y a consolidar los trabajos y resultados de los GT. Los trabajos de consolidación se dieron inicialmente a nivel de cada componente del proyecto y, posteriormente, integrados en pilares temáticos, agrupando los temas de recursos hídricos, ambiente y climatología, bases del Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) aquí presentado.

El Programa Marco incluyó también el desarrollo de Proyectos Piloto Demostrativos y proyectos prioritarios centrados en la resolución de problemas críticos, en áreas y subcuencas hidrográficas seleccionadas, llevados a cabo por actores locales, incluyendo las principales organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. El objetivo fue sentar las bases para la utilización sostenible de la tierra, el agua y los recursos biológicos de la Cuenca, como insumo para la formulación del Programa de Acciones Estratégicas (PAE), incluyendo un plan de medidas de adaptación.

Por otra parte, se contó con un Fondo para la Participación Pública destinado a promover un mayor involucramiento de organizaciones de la sociedad civil cuyo perfil estuviera relacionado con actividades específicas del proyecto. Se ejecutaron de este modo doce iniciativas relacionadas con los Proyectos Piloto Demostrativos, consolidando a nivel local la participación de las organizaciones de la sociedad civil e instituciones académicas, aportando la visión local de los TCT.

El ADT, como resultado de este proceso, sirvió no solamente para actualizar y darle pro-

fundidad al análisis de los TCT que afectan el desarrollo de la Cuenca, sino que también aportó la base técnica-científica y legal-institucional para la formulación del Programa de Acciones Estratégicas. Como experiencia de gestión, el ADT logró articular a más de 500 especialistas y 150 instituciones de

la Cuenca, contribuyendo de forma concreta a la construcción de políticas orientadas al fortalecimiento de la cooperación transfronteriza, en el reconocimiento de que los problemas comunes y compartidos son solo posibles de resolver bajo la acción coordinada y el trabajo conjunto de los países de la Cuenca.



# Resumen ejecutivo

## Descripción de la Cuenca del Plata

La Cuenca del Plata (CdP) es una de las más extensas del mundo, con un área de aproximadamente 3,1 millones de km<sup>2</sup>; está formada por tres sistemas hídricos principales, los de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, drenando aproximadamente un quinto del territorio del continente sudamericano. La CdP puede subdividirse en 7 subcuencas: Alto Paraguay, Bajo Paraguay, Alto Paraná, Bajo Paraná, Alto Uruguay, Bajo Uruguay y subcuenca propia del Río de la Plata.

La población actual de la Cuenca supera los 110 millones de personas, e incluye las capitales de los cinco países que la componen: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. La riqueza de los recursos minerales, el valor de sus bosques y la fertilidad de sus suelos han hecho de la CdP una región de fuerte atracción poblacional y favorecen hoy su desarrollo económico que se traduce en una concentración del 70% del PBI de dichos países.

Los países de la Cuenca presentan un dispar Índice de Desarrollo Humano, que muestra la diversidad de sus condiciones sociales y económicas.

En algunos asentamientos urbanos y rurales de la Cuenca se observan afectaciones a la salud ocasionadas por la contaminación biológica, procedente de la falta de instalaciones de saneamiento y de servicios de tratamiento de aguas residuales adecuados. Los episodios de enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera, la malaria y el dengue, son habituales en ciertas regiones.

Desde el punto de vista hidroclimático, la CdP cuenta con una diversidad importante de climas, que van desde los secos y muy calurosos del oeste chaqueño, con menos de 600 mm/año de precipitación, hasta las húmedas regiones del sur de Brasil y sudeste de Paraguay, con más de 2.000 mm/año de precipitación. Estos climas presentan una variabilidad interestacional o interanual que, con frecuencia, se traduce en eventos extremos de sequías o inundaciones. En particular, sus precipitaciones están condicionadas por los fenómenos La Niña y El Niño, siendo una de las regiones más afectadas en el mundo por este último.

En los últimos 30 años, las precipitaciones sobre la Cuenca aumentaron en promedio entre el 10% y el 15%, lo que redundó en aumentos mayores en los caudales de los ríos,

que llegaron al 30%, cambio que pudo haber sido influido por la considerable transformación en el uso del suelo que tuvo lugar en las últimas dos décadas. Alrededor de un 40% de la cobertura original ha sido sustituida por áreas de uso humano. La agricultura y la ganadería ocasionan los mayores cambios, seguidas por la deforestación y la urbanización.

En la CdP se encuentran dos grandes cuencas geológicas de origen tectónico, la Cuenca del Paraná y la Cuenca del Gran Chaco Sudamericano, que albergan los sistemas acuíferos más importantes de la región.

Como resultado de la evolución geológica y climática se desarrolla en la Cuenca una gran diversidad de suelos. Así como la gran mayoría de los suelos de América Latina, los de esta región son pobres en nutrientes, ácidos, afectados por procesos de erosión, lavado superficial y altas concentraciones de óxidos de hierro y aluminio en la subsuperficie. La Cuenca es responsable de una gran variedad de producción en diversos rubros agropecuarios y forestales, entre ellos soja, maíz, trigo, café, carne (bovina) y otros subproductos alimentarios. Los problemas actuales relacionados con el recurso suelo se deben a sistemas inadecuados de habilitación y cambios de uso de suelo, que han permitido la deforestación y sobreexplotación de los recursos naturales.

La CdP alberga el sistema de humedales fluviales más extenso del planeta, con casi 3.500 km<sup>2</sup> de extensión, conectados por el eje de los grandes ríos Paraguay, Paraná y de la Plata, que determina un continuo hidrológico y biológico desde el gran Pantanal en el Alto Paraguay hasta el Delta del Paraná y el estuario del Río de la Plata.

La Cuenca es reconocida como una de las más importantes del mundo por la cantidad, variedad y endemismo de especies de pe-

ces. Su rica ictiofauna llega a las 908 especies, teniendo relevancia socioeconómica un 40% de ellas. Algunas de las especies (sábalo, surubí, dorado) están siendo sometidas a intensa explotación en algunos tramos.

La deforestación a causa de la agricultura ha reducido la capacidad de la tierra para capturar y almacenar carbono y agua y para anclar los suelos, lo que lleva a aumentos en las tasas de erosión en algunos sitios y de sedimentación en otros.

Se han creado en la Cuenca 601 áreas protegidas, que cubren 22,8 millones de hectáreas, lo que representa un nivel de protección de 7,2% sobre su superficie total. Si se consideran las Metas Aichi del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) –que plantean alcanzar un 17% de áreas protegidas para el período 2011-2020–, el actual porcentaje de áreas bajo protección es bajo, prácticamente un tercio de las mismas. Además existen 29 Sitios Ramsar que abarcan casi 85.000 km<sup>2</sup> y 18 Reservas de Biosfera (MAB-Unesco) que cubren casi 361.000 km<sup>2</sup>.

Respecto de la producción de sedimentos, la mayor parte proviene de las altas cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. Son la causa principal de la necesidad de clarificación del agua para consumo de las ciudades ribereñas, se depositan en los canales navegables y ocasionan el progresivo avance del Delta del río Paraná sobre el Río de la Plata. Otro proceso determinante en los fenómenos de producción y transporte de sedimentos está relacionado con las actividades antrópicas de uso del suelo.

La Selva Misionera Paranaense (SMP) forma parte del complejo de ecorregiones del Bosque Atlántico, que cubría originalmente una superficie de 47.000.000 ha. Desde la mitad del siglo XX se produjo una pérdida gradual de la masa forestal con el objetivo de reem-

plazarla por pasturas, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, conduciendo a una imponente degradación de suelos, alteraciones de los ciclos hidrológicos y provocando fluctuaciones climáticas locales. Esta ecoregión sigue siendo uno de los ecosistemas biológicos más diversos del planeta, considerándose internacionalmente como de alta prioridad para la conservación por la importancia ecológica de sus remanentes.

## Recursos hídricos

Respecto del balance hidrometeorológico en la Cuenca, el Alto Paraguay presenta alternancia de valores medios de excesos en verano y otoño y de déficit en invierno-primavera. En el Bajo Paraguay las zonas de aporte de margen derecha presentan balances deficitarios hacia el oeste, mientras que las zonas de aporte de margen izquierda presentan balances con exceso. En la región del Alto Paraná se presenta déficit en invierno y parte de la primavera, pero el balance es equilibrado a nivel anual. También en el Bajo Paraná pueden diferenciarse las áreas de aporte de margen derecha, que hacia el oeste presentan balances deficitarios, y de margen izquierda, donde son positivos. En toda la cuenca del río Uruguay los balances son en general positivos, aunque hay meses con déficits.

Los resultados de los estudios realizados sobre las proyecciones del cambio climático y su posible impacto sobre el caudal de los ríos de la CdP –para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100– indican un aumento de caudales medios y mínimos en los ríos Uruguay e Iguazú y, una reducción inicial del caudal medio, seguido de un posterior aumento en la región norte de la cuenca del Paraná –sobre todo en la cuenca del río Paranaíba– y en la región del Alto Paraguay. En cambio, para los caudales mínimos, se prevé una reducción.

Las proyecciones indican asimismo un aumento de los caudales medios y mínimos en la región del Chaco, representada por los ríos Bermejo y Pilcomayo, y una reducción inicial del caudal medio, seguido por un incremento respecto del período de referencia en el río Paraná, en Itaipú. Lo mismo es cierto para los caudales mínimos. En el tramo medio e inferior del río Paraná se espera que tanto los caudales medios como los mínimos inicialmente disminuyan, para luego aumentar en el futuro.

La CdP es asimismo rica en recursos hídricos subterráneos. Coincide en gran parte con el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), uno de los mayores reservorios de aguas subterráneas del mundo. Al oeste de la Cuenca se localiza el Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) que coincide, mayormente, con la zona semiárida del Gran Chaco Americano.

El desarrollo natural de las poblaciones urbanas y rurales asociado con el fuerte incremento de las actividades agrícolas e industriales ha incrementado de manera significativa el uso de los recursos hídricos, particularmente aquellos de origen subterráneo.

Las principales actividades relacionadas con el uso del agua en la Cuenca son los servicios urbanos y las de los sectores agropecuario, industrial, minero, energético (generación hidroeléctrica), transporte (navegación), protección de los ecosistemas y turismo.

La demanda de abastecimiento de agua potable es satisfecha por los grandes ríos de la Cuenca, por pequeñas fuentes superficiales cercanas a las ciudades o por agua subterránea. Con el crecimiento de las ciudades, las fuentes de abastecimiento de agua resultan muchas veces sobreexplotadas o contaminadas, con el consecuente riesgo para la salud de la población.

La agricultura es la principal actividad económica que se realiza en la Cuenca del Plata y es la que genera los mayores cambios en el uso de la tierra. Los principales cultivos corresponden a ciclos anuales: soja, trigo, maíz y arroz. El arroz es producido con riego por inundación y es uno de los grandes consumidores de agua.

La actividad industrial es diversificada y está relacionada particularmente con los principales centros urbanos en Argentina y Brasil, como las regiones metropolitanas de San Pablo y de Buenos Aires. En estas regiones, la producción industrial más importante está relacionada con el desarrollo automotriz y los derivados del petróleo.

La producción de la industria minera ocupa un lugar importante entre las actividades económicas de los países de la CdP, aunque no es un área altamente productora de minerales.

La CdP posee una capacidad de generación hidroeléctrica muy importante. Su aprovechamiento significa una porción relevante de la generación de energía en los países involucrados.

La navegación se realiza a través de las hidrovías Paraguay-Paraná, principal ruta que conecta a los países de la Cuenca; Uruguay; en el tramo aguas abajo de la presa de Salto Grande; y Tietê-Paraná, donde la navegación se desarrolla dentro de Brasil debido a la falta de esclusas en la presa de Itaipú.

La Cuenca comprende una región con notables ecosistemas, desde las Cataratas del Iguazú hasta el enorme corredor de humedales que vincula al Pantanal con el Delta del Paraná, en su desembocadura en el Río de la Plata, constituyendo una importante reserva de agua dulce, con una rica diversidad biológica y cultural, sumamente apropiada para

la implementación de estrategias de desarrollo sostenible, que contemplen programas y proyectos de ecoturismo.

En cuanto a las demandas, las estimaciones cuantitativas identificaron áreas de la Cuenca con conflictos existentes o potenciales como la de los ríos Pilcomayo y Bermejo, por la contaminación difusa del agua proveniente de los cultivos y de la minería; la del río Tietê –región Metropolitana de San Pablo– por la alta demanda de agua, manantiales contaminados, bajos caudales y, por lo tanto, baja capacidad de asimilación de la contaminación urbana en la cabecera de la cuenca; y la alta demanda de agua para riego de arroz en Brasil, Uruguay y Argentina, con potenciales conflictos con los usos urbanos, entre otros.

### Sistemas de monitoreo hidrometeorológico

Las observaciones y pronósticos hidrometeorológicos son una de las principales actividades de los servicios meteorológicos de los cinco países la Cuenca. También el sector privado y organizaciones no gubernamentales tienen participación en las observaciones hidrometeorológicas.

En Bolivia, los servicios meteorológicos también incluyen las observaciones hidrológicas pero, en los otros cuatro países, éstas son realizadas por otras instituciones nacionales, además de entidades regionales o provinciales y entes nacionales que requieren información para fines específicos, como el sector energético. Al ser la información hidrometeorológica generada por redes operadas por diferentes actores, presenta el desafío de integrar la información.

La red de monitoreo de parámetros hidrológicos y de calidad de agua de la CdP muestra una marcada asimetría, tanto en lo que respecta a sus aspectos cualitativos

como cuantitativos. La cantidad de estaciones, sus características, distribución y densidad de la red, presentan diferencias importantes, sobre todo a nivel de subcuencas.

El proceso de radarización de la CdP está en marcha. En Argentina, en 2011, se lanzó el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), que tiene por objetivos el desarrollo y construcción de radares meteorológicos y el diseño e implementación de un Centro de Operaciones con capacidad para recibir, procesar y analizar los datos respectivos. En Brasil se destaca, como uno de los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Respuestas a Desastres Naturales, el hecho de ampliar la red de observación de condiciones de tiempo y clima en el territorio nacional; los radares integran un sistema de prevención y alerta sobre condiciones climáticas extremas, red que está siendo ampliada con la adquisición de nuevos radares con tecnología de última generación. En Paraguay está en operación un radar meteorológico ubicado en Asunción, y existen planes de ampliar la red con un radar en el centro de la región oriental del país, a fin de obtener una mejor cobertura regional. La posibilidad de un radar meteorológico funcionando en Uruguay, e integrado regionalmente, ayudaría a cerrar espacios vacíos en las observaciones de radares meteorológicos en la Cuenca.

En la CdP son varias las fuentes de información que actualizan datos e imágenes de satélites meteorológicos cada 30 minutos. Los servicios meteorológicos de la región procesan información del GOES-13, que está disponible en tiempo real. Varios son los tipos de imágenes disponibles en forma operativa durante todo el día (imagen infrarroja, imagen visible, topos nubosos y vapor de agua), información de utilidad para definir el estado de situación y pronóstico climático. Productos procedentes de otros satélites, en general de órbita polar, están disponi-

bles con el aporte de información complementaria, como agua precipitable e índices de inestabilidad.

El Sistema Integrado de Observación Global de la OMM (WIGOS) es una propuesta integrada para mejorar y desarrollar el sistema de observación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). WIGOS-SA/CP es la implementación de WIGOS en el sur de América del Sur/Cuenca del Plata, cuyo principal objetivo “es crear una red hidrometeorológica homogénea en el sur de América del Sur, en la que participen los cinco países de la Cuenca y sus respectivos servicios meteorológicos e hidrológicos y organismos que se ocupan de cuestiones hídricas, el CIC y la OMM”. La implementación de WIGOS permitirá a sus miembros, en coordinación y colaboración con otras agencias nacionales, dar una mejor respuesta ante desastres naturales, mejorar los servicios de monitoreo y predicción y adaptarse al cambio climático.

En septiembre de 2015 se realizó en Brasilia el Tercer Taller sobre Redes Hidrometeorológicas de la Cuenca del Plata, con el objetivo de establecer propuestas para el PAE y dar seguimiento al Programa WIGOS. Entre las conclusiones del Taller cabe mencionar, entre otras, definir redes hidrometeorológicas estratégicas básicas para la CdP con visión regional y crear Centros Regionales (virtuales) Hidrometeorológicos Aplicados, como factores de integración.

Por su parte, el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS) –una organización virtual, constituida en forma de red, según los principios definidos por la OMM– se encuentra en su fase inicial de implementación y ofrece servicios climáticos en apoyo a los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales y a otros usuarios de los países de la región sur del continente.

El Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) es una iniciativa de las Naciones Unidas encabezada por la OMM, con el fin de orientar la elaboración y aplicación de información y servicios climáticos basados en conocimientos científicos para apoyar la toma de decisiones en sectores sensibles al clima. Las áreas prioritarias para el MMSC son, entre otras, agricultura y seguridad alimentaria, energía, reducción de riesgos de desastres, salud y agua. En la CdP, el CRC-SAS podría ayudar al fortalecimiento de capacidades de colaboración regional y subregional, detectar las necesidades de los usuarios, identificar unidades de investigación y generación de productos que colaboren en las actividades y brindar apoyo a los proyectos en ejecución.

En la Cuenca, el Instituto Nacional de Meteorología (INMET) y el Centro de Predicción del Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC), de Brasil, y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), de Argentina cuentan con modelos operacionales para predicciones numéricas climáticas con fines hidrológicos.

### Aspectos institucionales

El Sistema de la Cuenca del Plata es el conjunto de órganos creados para el cumplimiento de los objetivos del Tratado de la Cuenca del Plata, que incluye formalmente a la reunión de Cancilleres, al Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata, al Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná y al Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata FONPLATA.

El Tratado de la Cuenca del Plata (TCP), que entró en vigor en 1970, destaca la búsqueda de un mejor y más racional aprovechamiento de los recursos hídricos y de su desarrollo sustentable.

El CIC, creado en febrero de 1967, pasó a ser el órgano permanente de la Cuenca, de acuerdo con el TCP. Desde su creación, el CIC se ha concentrado en áreas de interés común de los cinco países, facilitando la realización de estudios, programas y obras de infraestructura, en temas de hidrología, recursos naturales, transporte y navegación, suelos y energía. La necesidad de contar con una capacidad técnica de gestión en la CdP fue reconocida en diciembre de 2001, en los acuerdos de la reunión de Cancilleres de la Cuenca realizada en Montevideo, que aprobó un nuevo Estatuto para el CIC, el cual incorpora dos representantes por cada país, uno político, con autoridad plenipotenciaria, y un segundo representante de carácter técnico. Los representantes técnicos de los países constituyen la Unidad de Proyectos del Sistema de la Cuenca del Plata.

Además del CIC, en el marco del TCP se han integrado y suscripto una serie de acuerdos complementarios que llevaron a la creación de distintas instituciones y agencias con competencias específicas en la Cuenca, tales como FONPLATA, su instrumento financiero, y el CIH, encargado de la Hidrovía Paraguay-Paraná. El Tratado reconoce, además, la posibilidad de otros acuerdos binacionales o trinacionales independientes para atender temas de interés específico de las partes, dando lugar a numerosos organismos.

En 1995, la institucionalidad para la integración regional se fortaleció por el Tratado de Asunción, que creó el Mercosur, destinado a incentivar el comercio intrarregional e internacional de los países que lo integran.

### Variabilidad y cambio climático en la Cuenca del Plata

La parte tropical y subtropical de América del Sur está caracterizada por el Monzón Sudamericano, sistema de circulación at-

mosférica estacional, condicionado por la radiación solar estacional, con una marcada influencia en el régimen hidroclimático de la CdP. Una de sus características principales es el bien definido ciclo anual de la precipitación en la mayor parte de la Cuenca, con máximos en verano y mínimos en invierno.

Esta estacionalidad es más acentuada en las subcuencas del Paraguay y del Paraná, atenuándose un poco en las del Uruguay y en la propia del Río de la Plata. La precipitación total anual es muy variable en la Cuenca, aumentando de oeste a este, con mayor precipitación en las subcuencas del Alto Paraná y del Alto Uruguay, con núcleos que sobrepasan los 2500 mm, mientras que la zona más seca es la región del Gran Chaco Americano, con núcleos inferiores a 600 mm.

Durante la primavera y el verano austral se observan sistemas dominantes que conectan el Amazonas con el sudeste de Sudamérica, la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS), una banda nubosa convectiva que va desde el sur del Amazonas hasta el sudeste del Brasil y el Jet de Bajo Nivel de Sudamérica (SALLJ). Estos sistemas actúan produciendo lluvias.

Los aumentos sistemáticos de precipitación y escorrentía desde mediados de la década del 70 son consistentes con el aumento de la frecuencia de los eventos SALLJ, lo que aparentemente es corroborado por las observaciones que indican eventos extremos de lluvias más frecuentes en los últimos 30 años.

El desarrollo de eventos El Niño y La Niña, fenómenos relacionados con la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical, tiene efectos marcados en el clima de gran parte de la CdP, especialmente en la escala

de tiempo interanual, afectando la variabilidad de la lluvia. En años Niño se han observado precipitaciones y escorrentías intensas, como en 1982-1983 y 1997-1998. En años Niña se ha observado una tendencia a situaciones de déficit pluviométrico o sequía. La relación de la precipitación con estos eventos constituye un pronosticador del régimen de lluvia para los meses futuros, en la medida que los mismos pueden ser detectados en forma temprana.

Por otra parte, la deforestación y los cambios en el uso del suelo, como resultado de las actividades humanas, aumentaron rápidamente en los últimos 60 años y hay evidencias de que estas acciones antrópicas modifican las características termodinámicas de la baja atmósfera por efecto de complejas interacciones entre el clima, la hidrología, la vegetación y el manejo de los recursos agua y suelo. Entre los cambios detectados se encuentran incrementos en las precipitaciones y en el caudal de los ríos, además de modificaciones en la circulación atmosférica de superficie y en las temperaturas extremas, que podrían estar vinculadas con el cambio climático.

Por un lado, la CdP ha experimentado eventos extremos de precipitación cada vez con mayor frecuencia e intensidad y, por el otro, se ha observado en el centro y norte de la Cuenca una tendencia al retraso en el inicio de la primavera austral o un aumento en la extensión de la estación seca.

Entre el otoño y la primavera, la incursión de ciclones extratropicales es frecuente en la CdP, responsables de gran parte de la precipitación que acontece en la estación invernal en la parte oriental de la Cuenca y en las subcuencas del Bajo Paraná y del Uruguay y en la propia del Río de la Plata, coincidiendo además con la reducción de la precipitación en las subcuencas del Paraguay.

El año 2015 fue el más cálido desde mediados del siglo XIX, desde que se dispone de mediciones de temperaturas. Según datos de la OMM, la temperatura media global en superficie batió todos los records anteriores por un margen sorprendentemente alto, con  $0,76 \pm 0,1^\circ\text{C}$  por encima de la media del período 1961-1990. En la CdP se observó una temperatura mayor a la media, de entre  $0,5^\circ\text{C}$  y  $1,5^\circ\text{C}$ . Las herramientas comúnmente utilizadas para evaluar el estado actual y las proyecciones climáticas son los modelos del clima, Globales Atmosféricos o Globales Acoplados Océano-Atmósfera. No obstante, la resolución horizontal atmosférica utilizada por estos modelos es un tanto gruesa, y el clima regional, en muchas partes del mundo, puede estar afectado por circulaciones que ocurren en una escala menor. Es por ello que la técnica de regionalización es útil para mejorar la información de los modelos globales. El *downscaling* utilizando modelos climáticos regionales, posee la atribución de ser una herramienta muy útil para generar escenarios de cambio climático en alta resolución para estudios de impactos climáticos y adaptación al cambio climático.

Las proyecciones de eventos extremos de los modelos climáticos tienen aún una amplia componente de incertidumbre. Aun así, el conocimiento de la variabilidad observada en el clima, en las escalas de tiempo más extensas posibles, sirve de base para analizar el clima futuro, intentando así separar la variabilidad natural observada de aquella que es consecuencia de la acción antrópica.

### Pronóstico con modelos de cambio climático

Como parte de las actividades del proyecto, se realizaron durante la Etapa 1 simulaciones con el modelo climático regional ETA, para el escenario RCP 4.5 (moderado), comprendiendo el período 1960-2100, las cuales

reprodujeron un clima presente con campos estacionales de la precipitación y la temperatura del aire que podrían ser considerados aceptables en comparación con los datos observados para el mismo período.

La modelación climática ETA ha permitido contar con resultados regionales a partir de los escenarios establecidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y trasladarlos a otros indicadores tales como riesgo, caudales, humedad de suelo y erodabilidad. Si bien las conclusiones son importantes e indicativas sobre los posibles impactos, se considera que el enfoque posee limitaciones, ya que a la luz de las incertidumbres actuales de los modelos climáticos globales, lo más aconsejable para el manejo de escenarios futuros es emplear un conjunto de modelos (en vez de un único modelo, como en este caso) para así considerar luego el “ensamble” de resultados.

Las precipitaciones estacionales en general fueron reproducidas aceptablemente, con una tendencia a subestimar la precipitación en verano en la ZCAS, mientras que en invierno y primavera la tendencia es a sobrestimar la precipitación en el este de la Cuenca (Alto Paraná y Alto Uruguay). Respecto de la temperatura del clima presente, se puede observar una buena reproducción, si bien subestima la temperatura en el verano y en otoño en el sureste (Alto Uruguay) y en el invierno en el centro oeste de la Cuenca (Bajo Paraguay y Bajo Paraná), mientras que sobrestima un tanto la temperatura en la ZCAS mencionada.

Respecto de los climas futuros, se analizaron campos medios estacionales de la precipitación y la temperatura del aire para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, que son comparados con el clima presente.

La precipitación futura, según el modelo, presenta diferencias o anomalías para diferentes períodos en relación con el período de referencia 1961-1990. En 2011-2040 es posible observar una tendencia de anomalía negativa de la precipitación en buena parte de la CdP, principalmente durante el verano y, en menor medida, en otoño y en primavera. Esta anomalía negativa se extiende sobre toda la ZCAS, desde la costa atlántica de la región sudeste hasta la región centro oeste, donde termina el dominio analizado. Cabe destacar las fuertes anomalías negativas del verano en la subcuenca Alto Paraná. La disminución de la precipitación es también observada para la estación invernal (junio, julio y agosto/JJA) sobre la parte sudeste de Brasil, aunque en menor magnitud. Mientras tanto se observa una tendencia al aumento de la precipitación en la subcuenca del Alto Uruguay durante la primavera y el otoño, con extensiones hacia el Río de la Plata.

Por su parte, la temperatura del clima futuro para los períodos analizados muestra una tendencia persistente de un calentamiento respecto del período de referencia en toda la Cuenca. En 2011-2040 se observan las mayores anomalías en la subcuenca Alto Paraguay (Pantanal), especialmente en el verano, cuando las anomalías alcanzan hasta 3,5°C. En la misma región se observan máximos también en otoño y en primavera, siendo el invierno la estación que presenta anomalías más suaves, aunque con valores significativos de 2°C o más. En 2041-2070 el calentamiento del clima continúa su marcha ascendente, observándose anomalías de entre 2,5°C a 4,0°C en primavera y en verano, con aumentos más suaves en otoño e invierno, de 2,5°C a 3,0°C para toda la Cuenca, siendo la zona más cálida nuevamente la región del Pantanal en el Alto Paraguay.

A pesar de la tendencia negativa más acentuada que otros modelos en la precipita-

ción, y de anomalías positivas para la temperatura, es posible decir que el modelo ETA puede ser considerado como una guía válida para el análisis de los escenarios climáticos del futuro.

Al considerar escenarios inmediatos en términos climáticos, el período 2011-2041 presenta situaciones tales como una disminución de la precipitación en gran parte de la Cuenca y un aumento considerable de la temperatura. Este escenario podría afectar los recursos hídricos en la CdP. En un escenario con menor precipitación y mayor temperatura, el balance hidrológico regional podría conducir a caudales medios en descenso, facilitando la ocurrencia de eventos extremos, como la mayor posibilidad de sequías e incendios forestales.

Con un escenario en que la humedad del suelo está en disminución o en permanente déficit, podría implicar un fuerte impacto en la producción agrícola y ganadera y, en consecuencia, un perjuicio socio-económico. A su vez, la reducción de los recursos de aguas superficiales y subterráneas pondría en compromiso el abastecimiento de agua potable para consumo humano, mientras que la disminución de los caudales medios también podría afectar la calidad de las aguas de los ríos transfronterizos. El avance de la frontera agrícola podría aumentar la concentración de contaminantes en los cursos hídricos, como así también el transporte y depósito de sedimentos.

Aun sin tener en cuenta el cambio climático, el riesgo de desastres continuará aumentando en muchos países, siempre que un mayor número de personas y bienes en condiciones de vulnerabilidad estén expuestos a extremos climáticos. Siguiendo con los resultados del modelo ETA, los días secos consecutivos irían disminuyendo durante el siglo XXI, mientras que los días húmedos consecuti-

vos irían aumentando en el mismo periodo, guardando consistencia con la tendencia de la precipitación anual. La ocurrencia de eventos extremos también tiende a manifestarse en la intensidad de las lluvias, ya que los días con lluvia fuerte estarían aumentando en el presente siglo, especialmente al sureste de la Cuenca, como así también los días con lluvia muy fuerte.

### Previsión de impactos socioeconómicos

En los próximos 30 años –que son los más importantes considerando la vida útil de los proyectos– las precipitaciones y los caudales deberían disminuir en las cuencas altas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay en Brasil en los meses de lluvia (diciembre, enero y febrero/DEF). Las lluvias y los caudales en la cuenca baja de estos ríos tenderían a aumentar.

El principal impacto sobre el desarrollo urbano se observa sobre la reducción de la seguridad hídrica, en particular en aquellas ciudades que están en las cabeceras de los ríos y con población muy grande; además, la disminución de los caudales agrava la capacidad de dilución de efluentes sin tratamiento.

Respecto del desarrollo rural, los países de la región son importantes jugadores dentro de la comunidad mundial de *commodities* agrícolas. En el escenario de reducción de precipitación y caudal en las cuencas altas, se ve afectada la producción de granos, principalmente en el centro-oeste de Brasil, que es actualmente la región con mayor producción agropecuaria. Por otro lado, mejora la disponibilidad hídrica para la producción agrícola en las cuencas bajas en Argentina y Uruguay.

También la reducción de precipitación y de caudal en las cuencas altas afectan directamente la generación hidroeléctrica, consi-

derando que en el sudeste de Brasil se concentra el 60 % de su generación de ese país y, a su vez, que gran parte de los caudales que alimentan los aprovechamientos hidroeléctricos en los tramos internacionales tiene origen en las cuencas altas.

Para la navegación, que depende de los caudales de las cuencas altas, considerando los escenarios de cambio climático presentados, el impacto puede representar un aumento importante de costo, principalmente en el tramo medio y alto del río Paraguay, para permitir la navegación con el calado adecuado a lo largo del tiempo.

Las condiciones más críticas para los eventos extremos son el aumento de sequías en las cuencas altas por la disminución de las lluvias, mientras que para el medio ambiente, los principales impactos derivan de la menor calidad del agua de ríos de cabecera por reducción de caudal y disminución de la dilución de los efluentes; la reducción de los caudales, que impactará sobre la fauna, y la elevación de la napa freática en la pampa, por aumento de las lluvias.

### Marco legal-institucional

En los cinco países integrantes de la CdP existe un marco jurídico suficiente para la gestión y protección de los recursos naturales y, en especial, de los recursos hídricos, que se integra con disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias de carácter nacional, provincial, estadual o municipal, teniendo inclusive en consideración, en algunos casos, el cambio climático. Sin embargo, existe una brecha entre el marco legal y su aplicación práctica. Salvo casos puntuales, los avances normativos no han sido acompañados en igual medida por una efectiva reglamentación e implementación de los instrumentos de gestión que requiere la correspondiente asignación de recursos financieros, humanos y logísticos.

Los cinco países de la Cuenca han ratificado la Convención Ramsar sobre Humedales, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, entre otros acuerdos en el ámbito mundial. Entre los regionales, pueden mencionarse, entre otros, el Convenio relativo al aprovechamiento de los rápidos del río Uruguay en la zona de Salto Grande (Argentina-Uruguay), el Tratado de Itaipú (Brasil-Paraguay) y el Acuerdo sobre Medio Ambiente del Mercosur (Argentina-Brasil-Paraguay-Uruguay).

Todos los países tienen normas nacionales en la materia como son, por ejemplo la Ley General del Ambiente (Argentina); la Ley Madre Tierra, que incorpora un Marco sobre Cambio Climático (Bolivia); la Ley de Aguas (Brasil); la Ley de Recursos Hídricos (Paraguay) y la Ley de Política Nacional de Aguas (Uruguay).

Existen organismos multilaterales que actúan en el ámbito de la CdP, como el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (1967), la Comisión Administradora del Río de la Plata (1973), la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (1995) y la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y del Río Grande de Tarija (1995), entre otros. A ello se suman tanto instituciones nacionales e interjurisdiccionales, como los planes nacionales o de cuencas en todos los países.

El marco legal-institucional en temas específicos, como los eventos hidrológicos extremos, se compone de acuerdos, como el referido a la Lucha contra la Desertificación en Países afectados por Sequía Grave (1994); normas nacionales, como la Ley de Política Nacional de Protección y Defensa Civil de Brasil y planes nacionales, como el Plan Nacional Federal de Control de Inundaciones de Argentina.

Respecto de la pérdida de calidad del agua, los países han ratificado la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (1989) y disponen de normas propias, como la Ley de otorgamiento de derechos de vertido de efluentes (Brasil). En materia de sedimentación de los cuerpos y cursos de agua, un ejemplo es la ley de Paraguay sobre restablecimiento de bosques protectores de los cauces hídricos de la Región Oriental y su conservación.

Al amplio panorama normativo –del que solo se han citado los principales ejemplos– se deben sumar acuerdos y normas específicas sobre otros temas, como navegación, hidroelectricidad, planes de contingencia frente a desastres, alteración y pérdida de la biodiversidad, uso sostenible de recursos pesqueros y utilización sostenible de acuíferos en zonas críticas, entre otras temáticas.

### Temas críticos transfronterizos

El Macro-Análisis Diagnóstico Transfronterizo (Macro-ADT), desarrollado durante el período 2003-2005, identificó, con base científica y social, los temas críticos transfronterizos (TCT) presentes y emergentes en la CdP y sus cadenas causales.

Los temas críticos identificados fueron los siguientes: eventos hidrológicos extremos (inundaciones y sequías), pérdida de calidad del agua, sedimentación de los cuerpos y cursos de agua, alteración y pérdida de la biodiversidad, uso no sostenible de recursos pesqueros, utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas, conflictos por el uso del agua e impacto ambiental de los cultivos irrigados, falta de planes de contingencia frente a desastres, insalubridad de las aguas y deterioro de la sanidad ambiental, agregándose posteriormente limitaciones a la navegación y desarrollo del potencial hidroenergético.

Como parte de las actividades iniciales del proceso posterior, se actualizó el documento de proyecto y se revisaron las cadenas causales de cada TCT, realizando los ajustes correspondientes.

La ejecución del proyecto durante el período 2011-2016 posibilitó el desarrollo de actividades dirigidas a la profundización del estado de conocimiento para la consolidación y actualización del diagnóstico.

El proceso se desarrolló con el involucramiento de distintos Grupos Temáticos (GT), con representación de instituciones gubernamentales y académicas de los cinco países de la Cuenca con competencia en el tema. Asimismo se desarrollaron proyectos piloto demostrativos y proyectos prioritarios para la resolución de problemas críticos de la Cuenca, con el objeto de proveer experiencias de gestión local e información para la preparación del presente ADT y del PAE, catalizando iniciativas existentes en los países involucrados.

### ***Causas y recomendaciones***

Entre las principales causas de los eventos hidrológicos extremos se destacan: las carencias de planificación urbana y territorial, la escasa coordinación de informaciones sobre eventos extremos, la falta de políticas regionales de prevención de desastres y la de procesos de educación y concientización. En vista de ello se recomienda consolidar, ampliar y mejorar la coordinación entre los diversos sistemas de monitoreo, información, predicción climática y alerta temprana; mejorar la planificación urbana y territorial para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a eventos extremos; promover el desarrollo de políticas regionales y el fortalecimiento del marco legal para la prevención y gestión de tales eventos y desarrollar e intercambiar experiencias so-

bre programas de investigación, concientización y educación ambiental relacionados con ellos, entre otras cuestiones.

Respecto de la pérdida de calidad del agua, se han detectado como causas principales: el tratamiento inadecuado de las aguas residuales, la falta de capacitación de gestores ambientales, la falta de políticas de desarrollo que estimulen el empleo de tecnologías limpias y la minimización de residuos, y la deficiencia en el cumplimiento de las normativas existentes. Para su mitigación se recomienda, principalmente, buscar fuentes de financiamiento para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, promover la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y el uso racional de agroquímicos y desarrollar programas de capacitación de gestores ambientales.

En cuanto a la sedimentación de los cuerpos y cursos de agua, se han detectado como los principales causantes de este problema el uso y manejo inadecuado de los suelos (actividad agrícola en expansión, uso de suelos marginales, eliminación de pasturas naturales, sobrepastoreo); la falta de estímulos, políticas de extensión y capacitación para aplicar técnicas agrícolas sustentables y la debilidad técnica-económica por parte de los organismos estatales. Para ello se recomienda promover el desarrollo y armonización de normas de protección y uso de los recursos naturales; desarrollar planes de ordenamiento territorial y zonificación agro-ecológica; fortalecer las capacidades institucionales para la gestión del uso del suelo; implementar programas de recuperación de suelos y control de erosión en áreas prioritarias y desarrollar programas de capacitación y extensión en técnicas de manejo y conservación de suelos.

Las principales causas detectadas para la alteración y pérdida de la biodiversidad fue-

ron la sustitución de ecosistemas naturales por actividades productivas; la falta de incentivos para el cuidado y conservación de los sistemas naturales; la falta de protocolos para el control de especies invasoras y la falta de conciencia social sobre el valor de los recursos hídricos y la biodiversidad. Ante ello se recomienda fundamentalmente establecer mecanismos de cooperación entre los países en materia de conservación de la biodiversidad; desarrollar corredores ecológicos fluviales y costeros y otras formas de conservación participativa; impulsar el desarrollo de áreas protegidas transfronterizas y promover la adopción de presupuestos mínimos regionales para la conservación de la biodiversidad.

Respecto del uso no sostenible de recursos pesqueros, aparecen como las principales causas la sobreexplotación de especies de interés comercial objetivo; la falta de coherencia técnica y política en el diseño e implementación de políticas pesqueras; la falta de políticas armónicas e integradas para la protección de la vida acuática a nivel de cuenca y el uso de técnicas insustentables y dificultades en la aceptación de nuevas tecnologías. Como recomendaciones, se sugieren en especial la promoción de políticas integradas, normas y criterios compatibles para la protección y uso sostenible del recurso pesquero a nivel de cuenca; el fortalecimiento de herramientas y mecanismos de gestión y control; la realización de estudios de vulnerabilidad de hábitats ribereños prioritarios y la implementación de programas de concientización y de capacitación en técnicas sustentables de producción.

En cuanto a la utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas, se han detectado como causas principales la existencia de focos contaminantes por usos agrícolas y descargas domiciliarias e industriales; la

falta de gerenciamiento del uso de aguas subterráneas; la falta de coordinación institucional transfronteriza para el control y gestión compartida y la escasa participación de la sociedad. Las recomendaciones principales en este tema son desarrollar instrumentos de gestión integral y participativa; realizar estudios de vulnerabilidad para la identificación de áreas de riesgo, a escala regional y local; desarrollar inventarios y bancos de datos regionales e impulsar una mayor participación de la sociedad.

En cuanto a los conflictos por el uso del agua e impacto ambiental de los cultivos irrigados, las principales causas detectadas son la escasa o deficiente información disponible sobre los recursos hídricos compartidos (inventario de usos y disponibilidad); la falta de organismos de gestión conjunta de los recursos hídricos compartidos; las asimetrías en las estructuras jurídico-institucionales para la gestión integrada del recurso compartido y el desconocimiento de los actores sociales sobre el valor de los recursos y su disponibilidad limitada. En cuanto a las recomendaciones, las principales son: promover acuerdos y el desarrollo de marcos legales comunes para la gestión de los usos de agua; fortalecer la capacidad de gestión y la coordinación institucional de organismos competentes de los cinco países; generar información y facilitar el acceso público a los datos de interés para la gestión de la oferta y demanda y establecer estrategias de comunicación, difusión y sensibilización de la opinión pública sobre la gestión.

Ante la falta de planes de contingencia frente a desastres, se ha detectado como causas principales, los riesgos de roturas por errores de operación de presas; la falta de revisión de los criterios de seguridad de las presas, considerando las incidencias del cambio climático; la inexistencia de normativas nacionales y transnacionales que regulen la seguridad

de las presas y la falta de conciencia sobre los riesgos de las poblaciones ubicadas aguas abajo de este tipo de obras y de las propias empresas operadoras. Por ello, las principales recomendaciones son establecer normas y criterios comunes de seguridad, considerando la incidencia de la variabilidad y el cambio climático; elaborar y adoptar normas nacionales y transnacionales de seguridad y de operación bajo emergencias; desarrollar o actualizar planes y programas de contingencia ante rotura de presas y desarrollar medidas de concientización ciudadana sobre prevención y reducción de riesgos.

Para el tema insalubridad de las aguas y deterioro de la sanidad ambiental, se han detectado como causas principales la falta de información sobre enfermedades de origen hídrico; la ineficiencia del control sobre vuelcos industriales y de agrotóxicos; la asimetría de los criterios legales y técnicos para la gestión de los recursos hídricos y de la salud pública y la resistencia al cambio de hábitos. Como recomendaciones se subraya fortalecer la investigación y la generación y difusión de datos sobre enfermedades de origen hídrico; promover políticas y programas para el tratamiento de residuos sólidos, residuos industriales, y manejo de agroquímicos; fortalecer la capacidad de gestores locales y la articulación y coordinación institucional de organismos e instituciones del sector hídrico y de saneamiento de los países e impulsar programas de educación y concientización ciudadana sobre higiene ambiental y salud.

Para las limitaciones a la navegación, se considera como causas principales la falta o insuficiencia de infraestructura para superar los puntos críticos naturales, la inadecuada gestión institucional conjunta, las asimetrías y debilidades en las normativas de los países y la preferencia por el transporte terrestre. Ante ello, se reco-

mienda fundamentalmente, compatibilizar políticas regionales para el transporte fluvial, adecuar el marco legal e institucional para la navegación fluvial, desarrollar planes transfronterizos para el mantenimiento y dragado de las vías navegables e impulsar un sistema integral de transporte.

Para el tema desarrollo del potencial hidroenergético, no se realizó el respectivo análisis de sus causas. Sin embargo, se destacan como recomendaciones: realizar acuerdos para la integración energética entre los países de la Cuenca; integrar las redes de monitoreo hidrometeorológico de los aprovechamientos hidráulicos a los demás sistemas de información y efectuar acciones para el aprovechamiento de las comunicaciones del sistema interconectado regional a fin de mejorar la transmisión de informaciones para los sistemas hidrológicos de alerta temprana.

### Conclusiones del ADT como aporte al PAE

El desarrollo de cada uno de los Temas Críticos Transfronterizos permite comprender el comportamiento hidroambiental de la Cuenca del Plata, tanto desde el punto histórico como el del proyectado para el futuro. A la comprensión de los fenómenos naturales, se debe agregar un mejor conocimiento de las actividades antrópicas que han afectado ese comportamiento hidroambiental, particularmente el cambio en el uso del suelo, impulsado especialmente por el desarrollo de la agricultura y la ganadería y la creciente urbanización. Tal comportamiento hidroambiental, modificado por la acción del ser humano, es la base directa o relativamente más indirecta, para el análisis de cada uno de los TCT.

Sobre la base del análisis de las principales causas identificadas para los TCT, y de las recomendaciones surgidas a partir del desarrollo de esta fase del proyecto, se plan-

tean, entre otras, las siguientes recomendaciones generales para el Programa de Acciones Estratégicas (PAE), agrupadas en aspectos técnicos, económico-gerenciales, político-institucionales y socio-culturales:

**Aspectos técnicos:**

- Promover el monitoreo conjunto en cantidad y calidad de los recursos hídricos compartidos.
- Impulsar la coordinación entre los sistemas de observación y de alerta frente a eventos extremos (inundaciones y sequías) de los países de la Cuenca.
- Mejorar la planificación urbana y territorial para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a eventos extremos.
- Intercambiar experiencias sobre gestión del riesgo entre los organismos nacionales, bilaterales y multilaterales.
- Desarrollar o actualizar planes y programas de contingencia ante rotura de presas y otros accidentes.
- Promover mejoras estructurales, de mantenimiento y de operaciones en puertos.
- Promover acciones para la reducción de vulnerabilidad del transporte fluvial.
- Desarrollar planes transfronterizos para el mantenimiento y dragado de las vías navegables.

**Aspectos económico-gerenciales:**

- Desarrollar corredores ecológicos fluviales y costeros y otras formas de conservación participativa.
- Establecer mecanismos de cooperación entre los países en materia de conservación de la biodiversidad.

- Establecer normas y criterios comunes de seguridad, considerando la incidencia de la variabilidad y el cambio climático.
- Promover el intercambio de información y de experiencias sobre operación de embalses y seguridad de obras.

**Aspectos político institucionales:**

- Promover la cooperación y coordinación institucional a nivel de cuenca, incluyendo la consolidación del CIC como organismo de coordinación y articulación institucional a nivel de Cuenca.
- Armonizar los marcos jurídicos para la gestión de los recursos hídricos transfronterizos.
- Promover la adopción de presupuestos mínimos regionales para la conservación de la biodiversidad.
- Desarrollar y aplicar protocolos para el control y manejo de especies invasoras.
- Compatibilizar políticas regionales y adecuar el marco legal e institucional para la navegación fluvial.
- Compatibilizar políticas regionales para el desarrollo hidroeléctrico.

**Aspectos socio-culturales:**

- Impulsar una mayor participación de la sociedad en las acciones tendientes a la solución de los problemas de la Cuenca.
- Desarrollar e intercambiar experiencias sobre programas de investigación, educación y concientización ciudadana en materia de recursos hídricos y respectivas consideraciones ambientales.
- Impulsar programas de educación y concientización ciudadana sobre problemas ambientales específicos de la Cuenca.



# Capítulo 1:

## Caracterización de la Cuenca del Plata

### 1.1 Localización

La Cuenca del Plata (CdP), geográficamente ubicada entre los 14 y 37 grados de latitud sur y entre los 43 y 67 grados de longitud oeste, es una de las más extensas del mundo, con un área de apro-

ximadamente 3,1 millones de km<sup>2</sup>. Ocupa el segundo lugar en América del Sur y el quinto a escala global. Abarca casi todo el centro-sur de Brasil, el sudeste de Bolivia, una gran parte de Uruguay, todo el territorio de Paraguay y una extensa zona del centro y norte de Argentina. Un 25% del



Las cataratas sobre el río Iguazú, frontera entre Argentina y Brasil, en plena Selva Misionera Paranaense, es uno de los paisajes más representativos de la Cuenca.

área total de los cinco países corresponde a la Cuenca del Plata.

La Cuenca está formada por tres sistemas hídricos principales, los de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, drenando aproximada-

mente un quinto del territorio del continente sudamericano. Los dos últimos forman el Río de la Plata, el cual desemboca en el Océano Atlántico Sur (Figura 1.1.1). La Tabla 1.1.1 muestra la distribución del área de la CdP por países y por por sistemas hídricos.

Figura 1.1.1

### Mapa general de la Cuenca del Plata



Tabla 1.1.1

## Distribución del área de la Cuenca del Plata por países y por sistemas hídricos

País	Área sistemas hídricos (km <sup>2</sup> )				Área total por país (km <sup>2</sup> )
	Paraná	Paraguay	Uruguay	Propio del Río de la Plata (*)	
<b>Argentina</b>	583.885	186.051	63.584	150.535	<b>984.056</b>
	38,7%	16,6%	18,0%	79,2%	30,9%
<b>Bolivia</b>	-	221.994	-	-	<b>221.994</b>
		19,8%			7,0%
<b>Brasil</b>	877.385	362.434	174.199	-	<b>1.414.018</b>
	58,1%	32,4%	49,3%		45,6%
<b>Paraguay</b>	53.000	353.752	-	-	<b>406.752</b>
	3,5%	31,5%			12,8%
<b>Uruguay</b>	-	-	115.668	39.577	<b>155.245</b>
			32,7%	20,8%	4,9%
<b>Área total por sistema hídrico</b>	<b>1.510.513</b>	<b>1.120.154</b>	<b>353.451</b>	<b>190.113</b>	<b>3.182.064</b>
<b>% de la Cuenca del Plata</b>	<b>47,6%</b>	<b>35,3%</b>	<b>11,1%</b>	<b>6,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Extensión de los principales ríos (km)</b>	<b>4.800</b>	<b>2.600</b>	<b>1.800</b>	<b>700</b>	

(\*) El área total incluye la superficie del Río de la Plata, de 30.325 km<sup>2</sup>, compartida por Argentina y Uruguay.

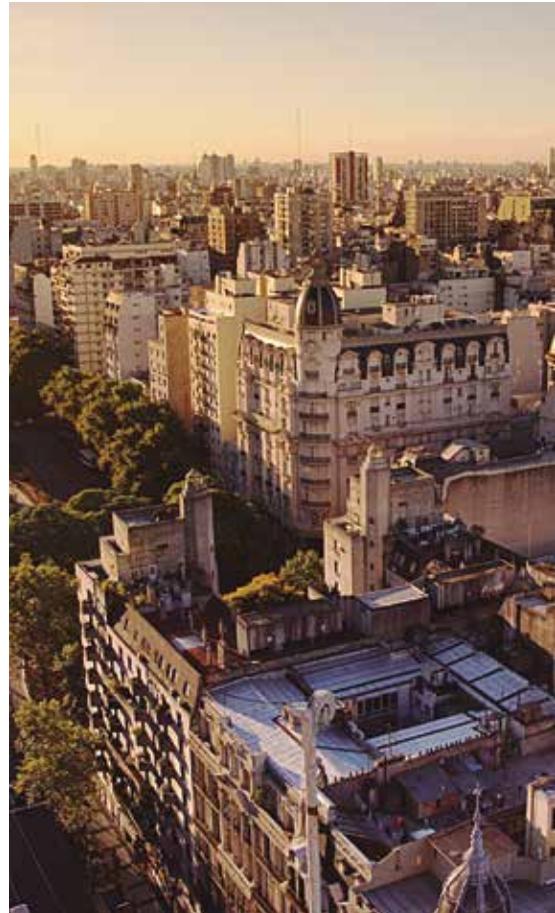
## 1.2 Aspectos socioeconómicos

### 1.2.1 Demografía

En la CdP, donde la población actual supera los 110 millones de personas, existen al menos 20 ciudades con más de 500.000 habitantes, incluyendo entre ellas a las capitales de cuatro de los países que la componen, Buenos Aires, Brasilia, Asunción y Montevideo. En la Cuenca también se ubica Sucre, capital constitucional de Bolivia, y sobre uno de los afluentes del río Paraná está localizada una de las mayores megalópolis y concentraciones industriales del mundo, como es la ciudad de San Pablo (Brasil), que alberga más de 20 millones de personas.

En la **Tabla 1.2.1.1** se presentan los indicadores de población y de densidad de los países de la cuenca en su totalidad. La densidad media es de 20,2 hab/km<sup>2</sup>. La población urbana es del 86,3 %, siendo Argentina, Uruguay y Brasil los países con mayor porcentaje de población urbana.

Respecto de los datos a nivel de la CdP, se realizó una estimación de la población con datos de censos realizados entre 2010 y 2012, dependiendo del país considerado. Los resultados indican una población total de 111.400.482 habitantes, correspondiendo un 26,1% a Argentina, 1,8% a Bolivia, 63,3% a Brasil, 6,0% a Paraguay y 2,8% a Uruguay. Los detalles correspondientes se muestran en la **Tabla A.1** del Anexo.



São Paulo y Buenos Aires, las dos grandes ciudades de la Cuenca

Tabla 1.2.1.1

**Área, población y población urbana por países**

País (*)	Área (en millones de km <sup>2</sup> )	Población (en millones de habitantes)	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )	% Población urbana
Argentina	2,780	41,775	15,0	94,0
Bolivia	1,099	10,598	9,6	68,3
Brasil	8,616	201,497	23,4	86,3
Paraguay	0,407	6,888	16,9	64,1
Uruguay	0,176	3,418	19,4	92,8
<b>Total</b>	<b>13,078</b>	<b>264,176</b>	<b>20,2</b>	<b>86,3</b>

(\*) Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

Fuente: Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. CEPAL, 2014.

**1.2.2 Indicadores socioeconómicos**

La riqueza de los recursos minerales, el valor de los bosques y la fertilidad de los suelos han hecho de la CdP una región de fuerte atracción poblacional y favorecen hoy su desarrollo económico, que se traduce en una concentración del 70% del PBI de los cinco países que la integran. En la **Tabla 1.2.2.1** se presenta el Producto Bruto Interno de cada país y el valor correspondiente *per cápita*. Cabe destacar, sin embargo, que la renta *per cápita* en Brasil posee gran variación, siendo menor en los estados del norte y noreste que en los del sur, sudeste y centro-oeste, donde se localiza la Cuenca.

Las economías de Argentina, Brasil y Uruguay, con una fuerte componente agrícola-ganadera, muestran asimismo una significativa producción industrial y de servicios, mientras que la de Bolivia se asienta sobre sus recursos minerales y la de Paraguay

mantiene un desarrollo basado en sectores del agro y de la energía hidroeléctrica.

La **Tabla 1.2.2.2** presenta la distribución de la población ocupada por sector económico en el año 2011. Siguiendo una tendencia mundial, la mayor cantidad de empleo está concentrada en los servicios, aunque Bolivia y Paraguay poseen una parte importante de su población volcada a la actividad agrícola.

En cuanto a la porción que representa cada sector de la economía dentro del PBI, la agricultura tiene un peso relativamente pequeño en las economías de los países, con excepción de Paraguay. El sector de agua y energía representa entre el 1 y el 10% de las economías, mientras que el conjunto de los sectores relacionados con el agua (agricultura, transporte y energía) presentan variaciones entre el 16 y el 35% de las economías. En la **Tabla A.2** del Anexo se muestra

Tabla 1.2.2.1

## Producto Bruto Interno por país

País (*)	PBI (en millones de dólares)	% sobre PBI total de los 5 países	PBI <i>per</i> <i>cápita</i> (**) (en dólares)
<b>Argentina</b>	477.028,3	16,9	11.614,4
<b>Bolivia</b>	27.035,1	1,0	2.625,1
<b>Brasil</b>	2.249.090,9	79,5	11.334,8
<b>Paraguay</b>	24.595,3	0,9	3.684,7
<b>Uruguay</b>	49.918,7	1,8	14.703,3
<b>Total</b>	<b>2.827.668,3</b>	<b>100</b>	

(\*) Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

(\*\*) Según precios de mercado en 2012.

Fuente: Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. CEPAL, 2013.



La ganadería, una actividad de gran importancia en la Cuenca del Plata.

Tabla 1.2.2.2

## Población ocupada total, por sector

País (*)	Agropecuario	Industrial	Servicios
<b>Argentina</b>	1,2	23,8	74,4
<b>Bolivia</b>	31,6	18,9	44,1
<b>Brasil</b>	15,3	21,9	62,7
<b>Paraguay</b>	25,5	17,8	56,6
<b>Uruguay</b>	10,1	21,5	68,4

En porcentaje, datos de 2011.

(\*) Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

Fuente: Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. CEPAL, 2013.

un detalle de la participación de los sectores como porcentaje del PBI.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) en los estados, provincias o departamentos de los países de la CdP varía entre 0,806 y 0,889 para Argentina, entre 0,514 y 0,689 para Bolivia, entre 0,725 y 0,824 para Brasil, es de 0,659 para todo el Paraguay y entre 0,706 y 0,841 para Uruguay.

Los porcentajes de analfabetismo para las mismas jurisdicciones varían entre 3,6 y 11,0% para Argentina, entre 6,2 y 11,9% para Bolivia, entre 4,1 y 8,5 para Brasil, 4,7 para todo el Paraguay y entre 0,9 y 3,5 para Uruguay. En la **Tabla A.3** y **A.4** del Anexo se muestra el detalle correspondiente para los dos últimos índices mencionados.

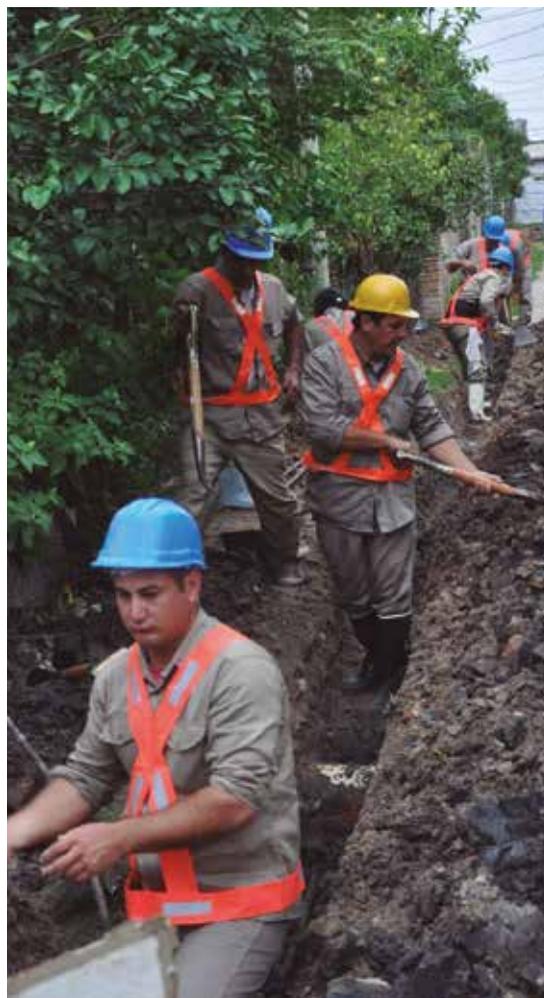
### 1.2.3 Salud

La situación relacionada con la salud en los países de la CdP puede ser analizada en términos generales por medio de indicadores tales como esperanza de vida al nacer y tasa de mortalidad infantil. Tales indicadores no solo proveen información sobre salud sino también, y en forma indirecta, sobre las condiciones de vida de la población y su acceso a los servicios de salud y su respectiva calidad.

La esperanza de vida al nacer, en los respectivos departamentos, estados o provincias varía entre 70,9 y 77,2 años para Argentina, entre 62,0 y 69,5 años para Bolivia, entre 74,2 y 76,2 para Brasil, 72,5 años para todo el Paraguay y entre 75,1 y 77,2 años para Uruguay.

Por su parte, las tasas de mortalidad infantil varían entre 8,9 y 14,9% para Argentina, entre 37,2 y 65,5% para Bolivia, entre 9,8 y 17,7% para Brasil, 15,2% para todo el Paraguay y entre 5,4 y 11,4% para Uruguay. En las **Tablas A.5 y A.6** del Anexo se muestran los detalles correspondientes para estos dos últimos índices.

Cabe señalar la grave situación en los asentamientos urbanos y rurales de la Cuenca ocasionada por la contaminación biológica, relacionada con la falta de instalaciones de saneamiento y de servicios de tratamiento de aguas residuales adecuados. Los episodios de enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera, la malaria y el dengue, son habituales en determinadas regiones. En la **Tabla 1.2.3.1** se exponen los porcentajes de población con acceso a agua potable y saneamiento de los países de la Cuenca. Aunque las cifras parecieran indicar una buena situación a nivel de los países, se debe recordar que el concepto de “acceso



Tendido de redes de agua.

a fuentes mejoradas” involucra a sistemas de muy diversa calidad en cuanto a la disponibilidad de servicios.

Respecto de los riesgos potenciales para la salud en las fuentes de agua potable, en los últimos años se ha registrado una serie de floraciones de algas verdeazuladas o cianobacterias toxígenas en distintos sistemas fluviales. Si crecen desproporcionadamente, esos organismos producen cianotoxinas que pueden afectar la salud de la población, ya que los sistemas de tratamiento de agua potable no están adaptados para su remoción, además de afectar la salud de animales domésticos y silvestres (mortalidad de

peces) y la del ganado, al contaminar abrevaderos. Es, por lo tanto, un problema de salud pública que requiere acciones para minimizar su efecto negativo sobre las poblaciones de riesgo.

También se debe considerar la esquistosomiasis (en especial en Brasil), una enfermedad parasitaria de origen hídrico transmitida por caracoles de agua dulce que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la segunda enfermedad parasitaria en importancia después de la malaria, por los daños que causa a la salud y a la economía de los países que la padecen.

En cuanto a algunos problemas particulares es importante destacar que, en diversas zonas de Argentina, la población debe utilizar constantemente agua con un elevado contenido de arsénico —un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre— por encima de los límites aceptables para los estándares de agua potable. Aunque se han realizado importantes esfuerzos para minimizar o eliminar esa contaminación en el agua potable mediante tratamientos físico-químicos, el problema subsiste en muchas localidades, especialmente en poblaciones que no cuentan con servicio de agua potable por red.

Tabla 1.2.3.1

### Acceso a fuentes mejoradas de agua potable y saneamiento

País (*)	Agua potable			Saneamiento		
	Total país	Urbano	Rural	Total país	Urbano	Rural
<b>Argentina</b>	99	99	98	97	97	99
<b>Bolivia</b>	88	96	72	46	57	24
<b>Brasil</b>	98	100	76	81	87	49
<b>Paraguay</b>	94	100	83	80	96	53
<b>Uruguay</b>	99	100	95	96	96	96

En porcentaje. Datos de 2012.

(\*) Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

Fuente: Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, CEPAL, 2014.

### 1.3 Descripción general

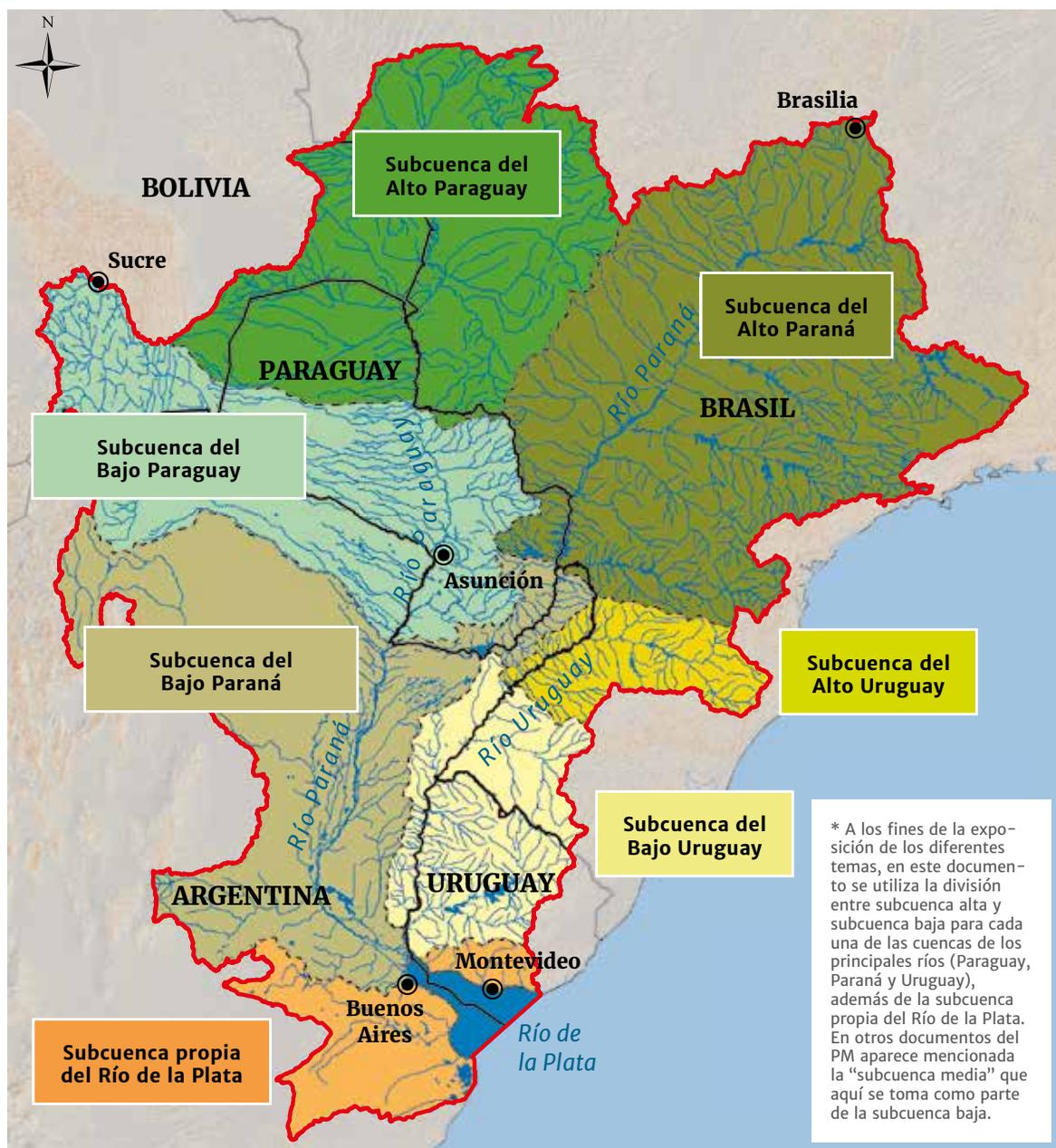
#### 1.3.1 Caracterización de subcuencas

La Cuenca del Plata puede subdividirse en 7 subcuencas, que se identifican y cu-

dos principales rasgos geográficos se detallan, respectivamente, en las Figuras 1.3.1.1 y 1.3.1.2. Sus características más destacadas son las siguientes:

Figura 1.3.1.1

#### Mapa de subcuencas (\*)



Alto Paraguay (hasta su confluencia con el río Apa): Incluye dos grandes ambientes, el Planalto y el gran humedal del Pantanal. La formación del Pantanal actúa como el gran reservorio de agua en la cabecera del sistema del Plata que retiene asimismo cantidades incrementadas de sedimentos, originados por la agricultura del Planalto. La

sedimentación constituye una fuerte amenaza para el ecosistema, por la gran variedad de especies que tienen en este humedal su sustento natural. Mantener el lento escurrimiento del Pantanal es clave para evitar una mayor incidencia de inundaciones aguas abajo del río Paraguay y en el ya fuertemente afectado río Paraná.

Figura 1.3.1.2

Rasgos geográficos de las subcuencas



**Bajo Paraguay** (desde la confluencia con el río Apa hasta la confluencia con el Paraná): El río Paraguay, a pesar de los aportes que recibe en su cuenca alta, en parte de este tramo presentaría un balance hídrico negativo, si solo se consideraran sus afluentes de margen derecha –como indica más adelante la **Tabla 1.4.1.1.1**– ya que sus desbordes no retornan al cauce principal, recargando depresiones laterales en las que el agua es retenida hasta que se evapora. Sin embargo, sus afluentes de margen izquierda – Aquidaban, Jejuí, Aguaray y Tebicuary– generan importantes aportes. A lo largo del curso principal del Paraguay se localiza la ciudad de Asunción, capital del Paraguay, afectada por frecuentes inundaciones. Este tramo es parte importante de la Hidrovía Paraguay-Paraná y recibe, por su margen dere-

cha, dos afluentes: los ríos Pilcomayo inferior y Bermejo.

La cuenca del río Pilcomayo es particularmente crítica por la contaminación minera de siglos en la alta cuenca, con presencia de importantes pasivos ambientales. Cabe destacar que la fuerte carga de sedimentos ha ocasionado, en su trecho medio, la extinción de su cauce por atarquinamiento, por lo que sus aguas desbordan hacia sus márgenes derecha o izquierda, formando bañados. Aguas abajo, el llamado Pilcomayo inferior –que aparece hidrológicamente desconectado del río superior– es uno de los numerosos riachos que drenan el Chaco y desembocan en el río Paraguay, con un caudal mucho menor que en su tramo superior, aguas arriba del atarquinamiento.



El Pantanal, en la Alta Cuenca del río Paraguay.

En cuanto a los niveles de producción de sedimentos en suspensión, la cuenca del río Bermejo tiene un comportamiento similar. El río Bermejo es actualmente la causa de más del 70% de los sedimentos transportados por el río Paraná en Corrientes (Argentina), los que afectan los canales de la Hidrovía y los puertos de Buenos Aires y Montevideo. Hacia el oeste de la Cuenca se localiza la región del Gran Chaco Americano, con presencia de una importante área de tierras semiáridas, donde se ha constatado la presencia de acuíferos de aguas dulces de buena calidad, con interferencias de acuíferos salados, al que en conjunto se ha denominado Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT).

**Alto Paraná** (hasta la confluencia con el río Iguazú): Se detectan impactos antrópicos de naturaleza urbana y rural en toda su extensión. Es la cuenca más influenciada por la construcción de presas, la deforestación y la presencia de grandes ciudades. Como se señala más adelante (ver la sección 1.4.2.6), este tramo del río Paraná es navegable aguas arriba de la presa de Itaipú, junto con su afluente, el río Tietê.

**Bajo Paraná** (desde el río Iguazú hasta su desembocadura en el Río de la Plata): Las características de esta región son las grandes planicies de inundación y los corredores de humedales, algunos de gran dimensión como el Ñambucú, el Iberá y el delta del Paraná. Existen áreas de humedales que están bajo protección, como los Esteros del Iberá, en Argentina, pero no hay una política de gestión común e integrada entre los países, siendo fuertemente dependientes del sistema hídrico superficial y, eventualmente, del subterráneo. La presa de Yacyretá constituye una interferencia parcial para las migraciones de peces que se desplazan aguas arriba para su reproducción, ya que cuenta con un elevador de peces que permite

trasladarlos hacia su embalse. La parte baja constituye la red troncal para la navegación a través de la Hidrovía Paraguay-Paraná. En sus márgenes se localizan importantes ciudades, periódicamente afectadas por las crecidas del Paraná, lo que ha dado lugar a la implantación de sistemas de alerta, particularmente en la Argentina.

**Alto Uruguay** (hasta la sección prevista para la presa Garabí): La cuenca pasa de una cobertura de derrame basáltico, representado por el Planalto de Río Grande do Sul y Santa Catarina, hacia los Campos Sulinos, donde predominan bajas pendientes con cambios en el uso del suelo. En la parte superior predominan cultivos de maíz, soja y trigo, en tanto que en el tramo inferior predomina el cultivo de arroz por inundación. En esta parte de la cuenca existe una importante producción de cerdos y de aves que generan importantes problemas de contaminación.

**Bajo Uruguay** (desde Garabí hasta la desembocadura en el Río de la Plata): En esta porción de la cuenca se presentan algunos conflictos por el uso alternativo del agua entre la irrigación de arroz, el abastecimiento de las ciudades y la conservación de los caudales ecológicos en los ríos. En tal sentido, por el carácter transfronterizo de las aguas, merece atención la cuenca del río Cuareim-Quaraí, frontera entre Brasil y Uruguay. Los aprovechamientos hidroeléctricos en el río Negro y en el río Uruguay (el binacional de Salto Grande) causan algunas alteraciones en el sistema hídrico y en la biodiversidad acuática, aunque Salto Grande cuenta con sistemas de pasaje de peces. El bajo Uruguay presenta una serie de islas y humedales costeros que merecen atención para su manejo. Por sus riquezas naturales y culturales presentan un importante potencial para el ecoturismo y el turismo náutico, lo que valoriza su conservación.

**Río de la Plata** (subcuenca propia): El Río de la Plata constituye el último tramo de la Cuenca, en el cual confluyen los ríos Paraná y Uruguay para luego desembocar en el Atlántico Sur. Se caracteriza por la intrusión de las aguas oceánicas saladas y por el alto nivel de nutrientes y de especies ictícolas, algunas de alto valor comercial. En sus costas se encuentran la ciudad de Buenos Aires –que concentra el mayor asentamiento industrial de la Argentina, con un puerto caracterizado por la fuerte acumulación de sedimentos que le aporta el río Paraná–, la ciudad-puerto de Montevideo y los asentamientos balnearios costeros del Uruguay.

### 1.3.2 Clima

Desde el punto de vista hidroclimático, la CdP cuenta con una diversidad importante de climas, que va desde los secos y muy calurosos del oeste chaqueño, con menos de 600 mm/año de precipitación, hasta las húmedas regiones del sur de Brasil y sudeste de Paraguay, con más de 2.000 mm/año de precipitación. Estos climas presentan una variabilidad interestacional o interanual que, con frecuencia, se traduce en eventos extremos de sequías o inundaciones de gran magnitud. En la CdP también se desarrollan importantes e interesantes sistemas meteorológicos generadores de tiempo severo, siendo una de las regiones del mundo con mayor frecuencia de tormentas eléctricas. Incluso, gran parte de la Cuenca forma parte de la zona de tornados de Sudamérica.

El clima de la CdP presenta gradientes importantes que determinan su comportamiento hidrológico. El norte de la cuenca está bajo la influencia de un régimen monzónico de lluvias, con un máximo pronunciado en el verano. El gran humedal del Pantanal juega un papel clave en el almacenamiento de las escorrentías causadas por las lluvias en el Alto Paraguay,

retrasando en casi seis meses sus aportes mayores al Paraná. En la zona central y este de la Cuenca del Plata la variación estacional es pequeña, siendo la región de mayor precipitación y aporte a los grandes ríos. Al oeste del eje Paraguay-Paraná (Gran Chaco Americano), las precipitaciones descienden progresivamente hacia el oeste lo que define, junto con las elevadas temperaturas que determinan altos niveles de evaporación, un clima semiárido y, en algunas zonas, árido. Consecuentemente, la escorrentía es muy pequeña y los aportes de los tributarios de esa región al sistema del Plata son mínimos. La parte sur de la CdP presenta un clima templado, aunque con veranos cálidos y con lluvias que disminuyen hacia el oeste.

La CdP presenta una alta variabilidad climática interanual. En particular, sus precipitaciones están condicionadas por el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) en sus fases fría (La Niña) y cálida (El Niño), siendo una de las regiones más afectadas en el mundo por este fenómeno. Por ejemplo, durante El Niño suelen registrarse altas precipitaciones en la zona este y central de la CdP, lo que determina la ocurrencia de enormes inundaciones en los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, con el consiguiente perjuicio económico y social. Por otra parte, determinadas conductas sociales, como el avance no planificado de la urbanización y del uso del suelo en los valles de inundación de los ríos, han producido una amplificación de los impactos de estas inundaciones.

En los últimos 30 años, las precipitaciones sobre la Cuenca aumentaron en promedio entre el 10% y el 15%, lo que redundó en aumentos mayores en los caudales de los ríos, que llegaron al 30%, con grandes beneficios para la hidroelectricidad. Este mayor cambio en los caudales pudo haber sido in-

fluido por la gran modificación del uso del suelo que tuvo lugar en esas décadas.

### 1.3.3 Geología

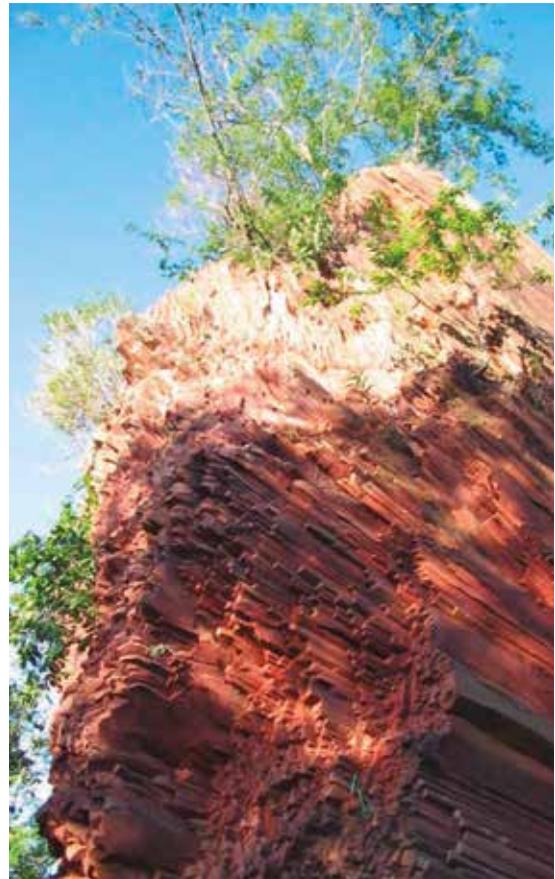
La geología de la extensa Cuenca del Plata está constituida por altos estructurales y cuencas sedimentarias, resultado de eventos tectono-magmáticos y sedimentarios que conforman una diversidad de rocas magmáticas, metamórficas y sedimentarias de edades desde el Precámbrico hasta el Cuaternario.

El comportamiento tectónico ha influenciado fuertemente la geología del área, inclusive en la conformación del drenaje actual, como el de los grandes afluentes hídricos: Paraná, Paraguay y Uruguay.

En la CdP se encuentran dos grandes cuencas geológicas de origen tectónico, la del Paraná y la del Gran Chaco Sudamericano, las cuales formaron hasta el Mesozoico parte de una sola cuenca, la Chaco-Paranaense, siguiendo su evolución individual a partir de ese período. Estas dos cuencas albergan los sistemas acuíferos más importantes de la región, el Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) y el Sistema Acuífero Guaraní (SAG).

La Formación Serra Geral es una de las mayores manifestaciones volcánicas continentales del planeta. Las rocas producidas pueden ser encontradas en forma de derrames de lavas, cuyo volumen se estima cercano a 780.000 km<sup>3</sup>, recubriendo gran parte del sur y sureste de Brasil. Los sedimentos post-basalto de arenisca y conglomerados de los grupos Baurú y Caiuá fueron depositados en un ambiente continental semiárido o desértico: el llamado desierto de Caiuá.

La **Figura 1.3.3.1** muestra un esquema geomorfológico de la CdP donde se observa un



Arenisca columnar de la Formación Patiño, Terciario. Cerro Koi, Aregua, Paraguay.

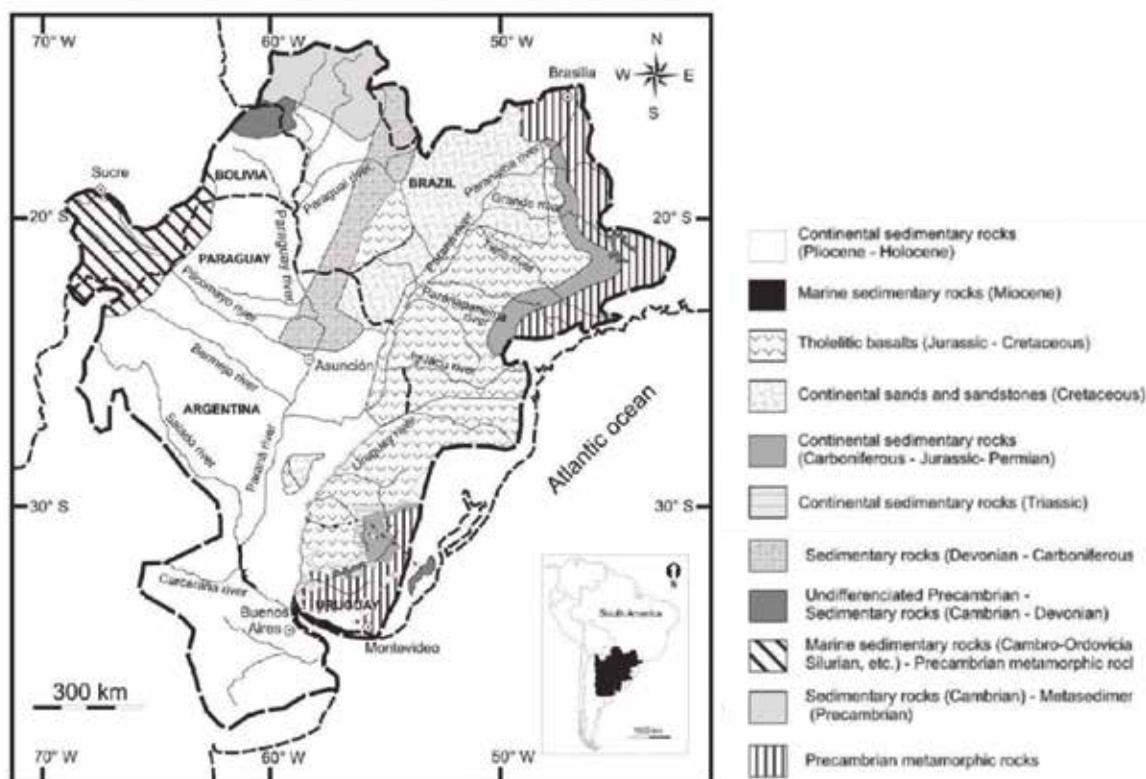
predominio de las formaciones basálticas, del Jurásico-Cretácico, en la parte alta del río Paraná y la margen este del río Uruguay. Al este del río Paraná predominan ampliamente las rocas sedimentarias de origen continental del Plioceno-Holoceno.

En el sector sureste (al este del río Uruguay) y noreste de la cuenca (en Brasil), hay incursiones de rocas metamórficas del Precámbrico. En el sector oeste de los ríos Paraná y Uruguay existe una formación más reciente, principalmente de rocas sedimentarias del Cenozoico, debido a la incursión del Atlántico Sur en el período Paleogénico.

En la subcuenca del Alto Paraguay predominan las rocas sedimentarias del Cámbrico y meta-sedimentarias del Precámbrico.

Figura 1.3.3.1

**Esquema geomorfológico de la Cuenca del Plata (\*)**



(\*) Esta figura está en revisión por parte del respectivo GT.

**1.3.4 Suelos**

En la CdP se desarrolla una gran diversidad de suelos, resultado de la evolución geológica y climática. Así como la gran mayoría de los suelos de América Latina, los de esta región son pobres en nutrientes (característicos de zonas tropicales), ácidos (como producto de un intenso uso de la tierra en áreas agropecuarias), afectados por procesos de erosión, lavado superficial y altas concentraciones de óxidos de hierro y aluminio en la subsuperficie.

También se identifican en ella grandes áreas con suelos influenciados por sales, principalmente en cuencas endorreicas donde el

agua no tiene salida fluvial directa hacia el mar (Gran Chaco Americano de Paraguay, Bolivia y Argentina). El origen de estas sales es el producto de la meteorización de las rocas con altos niveles de sal depositados por efecto de la erosión hídrica, de antiguos sedimentos marinos y de depósitos de evaporación de agua subterránea salina. Las regiones áridas se concentran cercanas a la pre-cordillera andina caracterizadas por suelos de poca profundidad y relieve accidentado.

Los suelos de esta región se encuentran caracterizados conforme a la clasificación de FAO presentada, para la totalidad de la CdP, en la **Figura 1.3.4.1**.

Figura 1.3.4.1

Suelos de la Cuenca del Plata



Referencias: Tipos de Suelo FAO

Acr	CL-AR	CM-RG-FL-PH-LX	FL-RG-AR-CM	GL-VR-FL	LP-CM-RG-AR-FL	LVAr	NTeu-LPeu	PHvr-VReu	RGeu-PHha-SR
Acr-FRha	CL-CM	CM-RG-LP	FL-SC	GLdy	LP-FL	LVcr	NTeu-LPeu-dy	PHvr-VReu-ca	RGeu-RGel
Acr-FRro	CL-FL	CM-RG-LP-AR-LX	Fldy	GLeu	LP-FL-AR	LVcr-LVha	Ntro	PHvr-VReu	RGeu-SR
Acr-LPeu	CL-GR	CM-SC	Fleu	GLeu-GLha	LP-FL-PH-LX	LVcr-LVha-ARha	Ntro-ACpl	Plal	Roca
Acr-NTeu	CL-LP	CM-VR	Fleu-Flgl	GLeu-LPeu	LP-LX	LVct	Ntro-ARca-LPeu	Pllv	SC-FL
Acr-PHv	CL-LX	CM-VR-LV	Fleu-PHlv	GLeu-SNha	LP-LX-CM	LVct-LPeu	Ntro-LPeu-LPeu	Pllv-VRpe	SN-RGeu
Acpl	CL-PH	CMdy	Flha	GLeu-VReu	LP-PH	LVct-LVha	Ntro-LPII	Plmo	SNcc-SNm
Acpl-ARha	CL-RG	CMdy-FRha	FR-CM	GLha	LP-PH-CM-FL	LVha	Ntro-LVro	Pumo-Glmo	SNgl
Acpl-Gleu	CM	CMdy-RGeu	FR-CM-AC	GLha-FLcr	LP-RG	LVha-CMeu	Ntro-LPeu	PTab	SNgl-Gleu-SNst-SNha
Acro-ACpl	CM-AR	CMdy-PHlv	FR-CM-AC-LP	GLmo-ARha	LP-RG-CM	LVha-GLeu	PH	PTdy	SNgl-Glmo
Acro-AR	CM-AR-LP	CMeu	FR-CM-LP-AC	Gleu	LP-RG-CM-PH-LX	LVha-GLeu-LVha	PH-CM	PTdy-Plal-Pllv	SNgl-SNut
Acro-Glmo	CM-CL	CMeu-FRro-LPeu	FR-CM-LV	Gleu-Glso-SNgl-GLeu	LP-RG-LX-FL-PH	LVle	PH-FL	PTdy-PLlv	SNgl-VReu
AR-CM	CM-CL-SC	CMeu-LPeu	FR-CM-RG	GR	LPdy	LVro	PH-LX	PTpx	SNha
AR-CM-RG	CM-FL	CMeu-LPII-NTeu	FR-LV-CM	GR-CM	LPdy-eu	LVst-GLeu	PHha	PTpx-PTdy	SNha-SNgl
AR-FL-LP	CM-FR	FRha-RGeu-LVha	FRha	GR-FL	LPdy	LVst-LVrr	PHha-LPII	PTpx-PTdy-GLha	SNha-SNgl-SNgl-SCso
AR-RG	CM-FR-FL	GR	FRha-ACr	GR-LX	LPeu-Frum	LX	PHha-LVha	PZgl	SNha-SNgl-SNha-GLeu
ARca-ACha	CM-GL	CMle	FRha-CMdy	HSh	LPeu-NTeu-dy	LX-CL	PHha-PHlv	PZgl-GLeu	SNha-gl-SCgl-Grha
ARca-ARbr	CM-LP	CMle-PHlv	FRha-FRcr	HSch	LPeu-Ntro-ARbr	LX-CM	PHha-PHlv-Glmo	RG	SNmo
ARdy	CM-LP-FL	CMle-SR	FRha-FRdy	KS-LV-CM	LPII	LX-CM-LP	PHlv	RG-CM	SNmo-Glmo
ARdy-FRdy-ha	CM-LP-PH-RG-LX	CM-LP-PH-RG-LX	FRha-FRro	KSha	LP-II-ACpl	LX-CM-LP-FL	PHlv-Flou	RG-CM-LP	SNmo-SNcc
ARdy-FRha	CM-LP-RG	Complejos	FRha-Lpdy	LP	LP-II-LPeu	LX-FL	PHlv-Glmo	RG-FL	SNst-SNgl
ARdy-FRha-dy	CM-LV	DUNAS	FRha-NTeu	LP-AR	LPz	LX-PH	PHlv-LVcr	RG-FR-CM	Salinas
ARdy-FRro	CM-LV-FL	Dioue	FRha-Plv	LP-AR-LX	LP-CM	LV-CM	PHlv-LVha	RG-LP	TierrasMiscelaneas
ARdy-GLdy	CM-LV-GL	Esteros	FRro	LP-CL	LP-CM-FL	LXcr	PHlv-LVha	RG-LX	VR-gl-FL
ARha	CM-LX	Feroseu	FRro-CMeu	LP-CM	LV-CM-FR	LXcr-FRdy	PHlv-PHlv	RG-SC-LX	VReu
ARha-RGca	CM-PH	FL-CM	FRro-FRha	LP-CM-FL-LX-PH	LV-FR-CM	Ntdy	PHlv-VReu	Rdy	VRha
Agua	CM-PP-FL	FL-CM-LV	FRro-NTeu	LP-CM-LV	LV-KS	NTeu	PHlvVRha	RGeu	VRpe
Chcc-VReu	CM-RG	FL-CM-RG	Frum	LP-CM-PH	LV-Vr	NTeu-FRro	PHvr	RGeu-CMeu	
CL	CM-RG-FL	GL-FR-CM	GL-FR-CM	LP-CM-RG	NTeu-FRro-dy	PHvr-LPeu			

De manera general, la CdP es responsable de una gran variedad de producción de diversos rubros agropecuarios y forestales, entre ellos soja, maíz, trigo, café, carne (bovina) y otros subproductos alimentarios, cultivados preferencialmente en suelos lateríticos –producto del basalto– y suelos arenosos.

Los problemas actuales relacionados con el recurso suelo se deben a sistemas inadecuados de habilitación y cambio de usos de suelo, los cuales han permitido la deforestación y sobreexplotación de los recursos naturales.

La CdP tiene una de las mayores tasas de transporte de sólidos en suspensión del mundo. Los mayores aportes sólidos provienen de la cuenca del río Bermejo, afluente del río Paraguay. También en el Alto Paraguay-Pantanal se presentan significativos problemas de conservación del humedal relacionados con el incremento de los sedimentos. Otra zona crítica es el Gran Chaco, donde la degradación del suelo es el eje principal del análisis para la gestión integrada de los recursos naturales.

La degradación de la tierra va asociada también con la ocurrencia periódica de efectos del cambio climático sobre las actividades socioeconómicas, generando en muchos casos migración de población y aumento de la pobreza. Sin embargo, es de destacar que en las últimas décadas se ha incrementado la conciencia por la adopción de buenas prácticas agrícolas y por el adecuado manejo, conservación y restauración de este recurso.

### 1.3.5 Principales humedales

La CdP alberga el sistema de humedales fluviales más extenso del planeta, con casi 3,500 km<sup>2</sup> de extensión, conformado por un corredor de humedales conectados por el eje de los grandes ríos Paraguay, Paraná y de la Plata (**Figura 1.3.5.1**).

La planicie de inundación del río Paraguay y su continuación en el río Paraná determina un continuo hidrológico de humedales y un corredor biológico que se extiende de norte a sur desde el gran Pantanal en el Alto Paraguay, pasando por los bañados



Los esteros del Iberá, en Corrientes, Argentina.

del Bajo Chaco, los humedales de San Pedro, Ypacaraí, Ypoá y Ñeembucú en el Paraguay Oriental, la ancha planicie inundable del río Paraná, los Esteros del Iberá (Argentina), hasta el Delta del Paraná y el estuario del Río de la Plata (Samborombón, en Argentina y Santa Lucía, en Uruguay).

Al eje principal de corredor de humedales se le adosa un sistema secundario transversal, destacándose los humedales chaqueños asociados a los ríos Pilcomayo y Bermejo en el Bajo Paraguay, los del Alto Paraná; los transversales al río Uruguay, como el Negro, y los de la pampa húmeda.

Figura 1.3.5.1

**Principales humedales de la Cuenca del Plata**



### 1.3.6 Biodiversidad acuática: La ictiofauna

La CdP es reconocida como una de las más importantes cuencas del mundo por la cantidad, variedad y endemismo de especies de peces. Su ictiofauna llega a las 908 especies. Los Siluriformes (42%) y Characiformes (34%) son los órdenes más importantes, seguidos por Perciformes (9%) y Cyprinodontiformes (8%).

Las subcuencas del Paraná (Alto y Bajo) y del Paraguay (Alto y Bajo) presentan la mayor riqueza de especies, existiendo una tendencia decreciente hacia las subcuencas del sureste (Bajo Uruguay y propia del Río de la Plata).

Un 53% de las especies de peces existentes (480) son endémicas, habitando en forma exclusiva en alguna de las 7 subcuencas. El nivel de endemismo es máximo en el Alto Paraná, es intermedio en las subcuencas del oeste de la Cuenca, mientras que los menores niveles se encuentran en la parte baja (Bajo Uruguay y Río de la Plata).

El nivel de amenaza de extinción es solo de un 2,4% si se considera al total de las 908 especies existentes, aunque es probable que ese número esté subestimado. En el Paraná (Alto y Bajo) y Bajo Paraguay se encuentra el mayor número de especies amenazadas, mientras que en el Alto Uruguay solo existe una especie amenazada y en las restantes subcuencas se encuentran valores intermedios.

Se ha documentado la presencia de 13 especies de peces exóticos en la Cuenca, varios de ellos identificados como invasores. Las principales son la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), la carpa asiática (*Cyprinus carpio*), la carpa cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*), la tilapia (*Tilapia rendalli*), la tilapia del Nilo (*Oreochromis ni-*

*loticus*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y el bagre africano (*Clarias gariepinus*).

Además de peces, se han identificado anfibios, reptiles y varios invertebrados exóticos, principalmente moluscos y crustáceos. Existen 392 registros de especies exóticas, distribuidas en 146 localidades, localizadas mayormente en el Paraná (Alto y Bajo) y en el Río de la Plata.

### 1.3.7 Pesca en la Cuenca del Plata

La rica ictiofauna representa un recurso clave para la región. Un 40% de las especies de peces (367) tiene relevancia socioeconómica, como recurso para la pesca comercial, artesanal, de subsistencia, recreativa/deportiva y para acuarismo, la cual sustenta actividades turísticas de gran desarrollo en la Cuenca. El uso y valoración que se le da a la fauna íctica tiene mayor trascendencia en las subcuencas del Paraguay (Alto y Bajo) y del Paraná (Bajo).

Algunas de las especies (sábalo, surubí, dorado) están siendo sometidas a intensa explotación en algunos tramos. Asimismo, la acción antrópica, a través de la contaminación por efluentes de distinto tipo, la construcción de obras de infraestructura y el desecamiento de humedales –para su conversión en áreas agrícolas y ganaderas– impactan en forma negativa sobre las poblaciones de peces.

La acuicultura se realiza en estanques y *raceways*, seguidos por cultivos en jaulas flotantes. En la primera categoría, se destaca el cultivo de sábalo y de esturión (*Acipenser baerii*), mientras que en la segunda prevalece ampliamente el de esturión. Se cultivan también especies exóticas como la tilapia (*Oreochromis niloticus*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y madrecita (*Cnesterodon holopteros*). En instalaciones de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos de Uruguay (DINARA) se producen semillas,



Cultivo de peces en el embalse de Itaipú.

juveniles y adultos de bagre negro (*Rhamdia quelen*), pejerrey, tilapia, esturión, carpa herbívora y carpa común (*Cyprinus carpio*).

Existen al menos 1.338 unidades de cultivo o confinamiento de especies exóticas en la CdP, lo que constituye una fuerte amenaza debido a la probabilidad de escape de especímenes que eventualmente podrían convertirse en invasores. La mayor concentración de unidades de cultivo están en el Bajo y Alto Paraná (941 y 358, respectivamente). En el resto de la Cuenca, el número de cultivos es bajo o muy bajo: 11 y 14 en las subcuencas del Paraguay, 6 y 7 en las del Uruguay y solo uno en la subcuenca propia del Río de la Plata (Figura 1.3.7.1).

### 1.3.8 Ecosistemas y presión antrópica

La CdP presenta una considerable transformación en el uso del suelo, ya que alrededor de un 40% de la cobertura original ha sido sustituida por áreas de uso humano. La agricultura y la ganadería ocasionan los mayores cambios, seguidas por la deforestación y la urbanización. A los impactos generados por ellos, cabe agregar los provenientes de la pesca, la minería, las obras hidráulicas de

propósito múltiple y el aumento en los fenómenos meteorológicos extremos. Todas esas actividades pueden afectar a los ecosistemas fluviales y terrestres de la Cuenca.

Como resultado del desarrollo de la agricultura y las agroindustrias a gran escala, alrededor de la mitad de la vegetación natural de la CdP ha sido cambiada por pasturas. La deforestación a causa de la agricultura ha reducido la capacidad de la tierra para capturar y almacenar carbono y agua y para anclar los suelos, lo que lleva a aumentos en las tasas de erosión en algunos sitios y de sedimentación en otros, provocando cambios en la disponibilidad de agua.

Las prácticas agrícolas a gran escala, dadas por la intensificación de la producción de soja desde principios de los años 90, y el desarrollo de una de las mayores industrias de cría de ganado del mundo, también han dado lugar a la compactación del suelo, la reducción en la infiltración del agua, el aumento de la escorrentía superficial y problemas de sedimentación.

En la Cuenca, la mayor cantidad de habitantes y el asentamiento de grandes ciuda-

Figura 1.3.7.1

Número de unidades de cultivo de peces implantados en las subcuencas



Nº de centros de cultivo por subcuenca

- Alto Paraná: 358
- Bjo Paraná: 941
- Alto Paraguay: 14
- Bjo Paraguay: 11
- Alto Uruguay: 6
- Bjo Uruguay: 7
- Propia del Río de la Plata: 1
- TOTAL: 1.338

Descriptor de presión por subcuenca

Nº de centros de cultivo de especies exóticas de peces

- 1 - 7
- 8 - 357
- 358 - 941

des se da en el Alto Paraná (61,8 millones de personas y 6 grandes ciudades), seguido por la subcuenca propia del Río de la Plata (24,9 millones y 5 grandes ciudades). El Bajo Paraná y el Uruguay presentan valores intermedios, mientras que los menores valores se dan en las restantes subcuencas. El aumento de los desarrollos urbanos, la industria, la agricultura y el transporte han provocado degradación de la calidad del agua y disminución de peces.

El desarrollo de presas y sus respectivos embalses ha transformado algunos tramos de ríos en lagos, ampliado otros cuerpos de agua e inundado algunos ecosistemas terrestres. Los resultados incluyen variaciones en la velocidad de escurrimiento de varios ríos de la Cuenca, cambios en comunidades de peces, pérdida de biodiversidad y de hábitats de vida silvestre y la degradación de otras funciones ambientales en varias zonas. La mayor concentración de embalses se da en el Alto Paraná, mientras que no se registran en el Alto Paraguay ni en la subcuenca propia del Río de la Plata; en las restantes subcuencas existe un número menor. Hay planes para la construcción de nuevas presas y para el aumento de la cota de algunos aprovechamientos actuales, lo que indica que la alteración de los ecosistemas fluviales se incrementará en el futuro.

### 1.3.9 Áreas protegidas

En la Cuenca del Plata se han creado 601 áreas protegidas, que cubren 22,8 millones de hectáreas, lo que representa un nivel de protección de 7,2% sobre la superficie total

de la Cuenca. Si se considera que las Metas 2010 del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) establecen un 10% de áreas de conservación respecto a la cobertura territorial, y que las actuales metas Aichi 2011-2020<sup>1</sup> fijan un 17%, el actual porcentaje de áreas protegidas es bajo, menos de la mitad de la meta a 2020.

La gran mayoría de las áreas protegidas son de administración pública (347 áreas, que corresponden al 51% de la superficie protegida), aunque existe una considerable fracción de áreas de gestión privada (194 áreas, con el 8% de la superficie protegida) o mixta (34 áreas, con el 12% de la superficie protegida) (Figura 1.3.9.1). Las áreas protegidas privadas tienen un buen desarrollo en los sistemas nacionales de Argentina, Brasil y Paraguay, más reducido en Bolivia e inexistente en Uruguay.

Además, existen 29 Sitios Ramsar que abarcan casi 85.000 km<sup>2</sup>, y 18 Reservas de Biosfera (MAB-UNESCO), que cubren casi 361.000 km<sup>2</sup>. Las subcuencas del Paraguay (Alto y Bajo) presentan la mayor cantidad de sitios Ramsar y Reservas de Biosfera, mientras que la menor cantidad y superficie se da en el Alto Paraná y Alto Uruguay.

Se han identificado también 264 áreas importantes para la conservación de las aves (IBA), lo que resalta su relevancia para la conservación de este grupo biológico. Las mayores concentraciones de estas áreas se dan en el Bajo Paraguay y Bajo Paraná, mientras que en Alto Uruguay y la subcuenca propia del Río de la Plata se encuentran las menores cantidades.

<sup>1</sup> Las metas Aichi (nombre de la ciudad japonesa donde se establecieron) forman parte del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del Convenio de Diversidad Biológica. La meta 11 expresa: "Para 2020, al menos el 17 % de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10 % de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios."

Figura 1.3.9.1

Áreas protegidas de la Cuenca del Plata



Nº de áreas protegidas por subcuenca  
(Inventario 2012)

- Alto Paraná: 313
- Bajo Paraná: 82
- Alto Paraguay: 61
- Bajo Paraguay: 66
- Alto Uruguay: 29
- Baixo Uruguay: 39
- Propia del Río de la Plata: 11
- TOTAL: 601

Nº de áreas protegidas por subcuenca  
(Inventario 2012)

- 11 - 39
- 40 - 81
- 82 - 313
- 1,8% Superficie protegida sobre superficie total de la subcuenca (en %)

### 1.3.10 Producción y transporte de sedimentos

El estudio y la comprensión del componente sedimentos dentro del contexto del ciclo hidrológico de una cuenca es un dato relevante para la gestión del uso sostenible de los recursos naturales; ello implica estudiar su producción, transporte y deposición. Los sedimentos intervienen en forma relevante en la dinámica morfológica de los cauces, la que impacta en la provisión de agua potable y agua para riego, en la navegación y en el mantenimiento de las vías navegables o hidrovías, en obras de cruce de los ríos y en la vida útil de los embalses. La escala de estos procesos es continental o subcontinental, por lo que el componente sedimentos es un tema transfronterizo, particularmente donde las fronteras se encuentran en zonas en pleno desarrollo morfológico (**Figura 1.3.10.1**).

La mayor producción específica de sedimentos en la CdP proviene del sector andino, que abarca el este de Bolivia, la Puna de Argentina y las Sierras Subandinas, correspondientes a las altas cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. Esta región aporta sedimentos finos, mayormente limo cuarzo e illita, que son transportados a la planicie chaqueña por los ríos Bermejo, Pilcomayo y otros ríos de menor caudal.

La cuenca del río Bermejo es la fuente de los sedimentos que brindan su color o turbidez característica a las aguas del río Paraná y del Río de la Plata, y son la causa principal de la necesidad de clarificación del agua para consumo de las ciudades ribereñas. El aporte de sólidos suspendidos del río Bermejo constituye aproximadamente un 70% de la carga sólida del río Paraná en Corrientes y se considera que la magnitud anual de dicho aporte al sistema Paraguay-Paraná-Río de la Plata es de alrededor de 123.000.000 ton/año (con-

siderando los registros de datos 1969-89). Esta carga sólida es la responsable de los sedimentos depositados en los canales navegables y una de las principales causas del progresivo avance del delta del río Paraná en el Río de la Plata.

La producción de sedimentos de la alta cuenca del río Pilcomayo es algo mayor que la del río Bermejo. Con un caudal medio anual de 210 m<sup>3</sup>/s y un aporte anual de sedimentos del mismo orden de magnitud que el Bermejo, no dispone de suficiente energía para transportar su carga sólida hasta el río Paraguay, por lo que deposita los sedimentos en los bañados de la planicie chaqueña, en las proximidades de la frontera entre Argentina y Paraguay. Este aporte sólido de 110 millones de toneladas anuales ocasiona cambios morfológicos en los cauces, en los cuerpos de agua y en la altimetría de la planicie de inundación a escala anual.

Otro proceso determinante en los fenómenos de producción y transporte de sedimentos en la CdP es el relacionado con las actividades antrópicas de uso del suelo. Las actividades agrícolas, ganaderas y forestales necesitan grandes espacios, por lo que el ser humano recurre a la deforestación del bosque nativo.

Las prácticas agrícolas tradicionales de labranza realizadas en suelos que antaño eran ocupadas por bosques, sin considerar las pendientes del terreno, facilitan la pérdida de suelo a causa de las lluvias y de los vientos. A esto se suma el aumento de frecuencia o intensidad de estos últimos factores, estableciendo una relación entre la variabilidad y el cambio climático y la pérdida de cobertura natural. En la **Figura 1.3.10.2** se presenta un mapa tentativo de isoerodentas, como representación de la erosividad de la lluvia en la CdP.

Figura 1.3.10.1

Áreas críticas asociadas a la degradación de la tierra



### 1.3.11 Biomás críticos

La Selva Misionera Paranaense (SMP) forma parte del complejo de ecorregiones del Bosque Atlántico, que cubría originalmente una superficie de 47.000.000 ha. (Figura 1.3.11.1). Desde la mitad del siglo XX se ha producido una pérdida gradual de la masa forestal con el objetivo de reemplazarla por pasturas, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, conduciendo a una imponente degradación de suelos, alteraciones de los ciclos hidrológicos y provocando fluctuaciones climáticas locales. En Brasil y Paraguay solo quedan fragmentos aislados, que representan un 7% de la superficie original. En Argentina aún persisten 1.000.000 ha (30% de la superficie original), de las cuales 450.000 ha corresponden a áreas naturales protegidas.

Esta ecorregión sigue siendo uno de los ecosistemas biológicos más diversos del planeta. La importancia ecológica de los remanentes de la SMP ha sido reconocida internacionalmente, considerándola de alta prioridad para la conservación.

Los gobiernos, en las últimas décadas, han emprendido una serie de acciones destinadas a regular las actividades y el uso que se puede hacer del territorio ocupado por la SMP. De esta manera, surgieron las políticas de ordenamiento territorial de bosques nativos, las cuales constituyen una herramienta fundamental para controlar la deforestación y regular los usos que pueden realizarse. Si bien las iniciativas llevadas adelante por cada país en relación con la conservación de la SMP son muy valiosas y constituyen la base para todas las acciones de conservación dentro de la ecorregión, sería de fundamental importancia generar iniciativas de trabajo conjunto y reforzar las iniciativas en curso, en el marco de los recursos compartidos, única forma de asegurar su conservación.

Figura 1.3.10.2

### Mapa tentativo de isoerodentas para la Cuenca del Plata

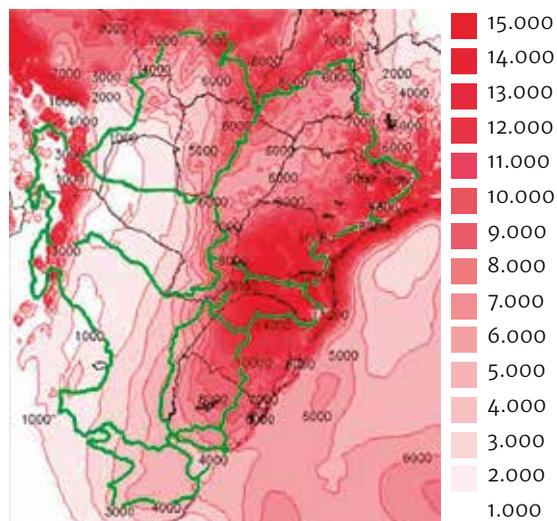


Figura 1.3.11.1

### Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná



## 1.4 Recursos hídricos

### 1.4.1 Disponibilidad de los recursos hídricos

El concepto de disponibilidad hídrica en un determinado territorio está asociado con las actividades productivas y de servicios de la región y sus respectivos usos del agua, tanto consuntivos como no consuntivos.

Dada la extensión y variabilidad fisiográfica y climática de la Cuenca del Plata, se presentan todo tipo de actividades y usos, por lo que la disponibilidad hídrica está conformada por el agua meteórica para la actividad agropecuaria en condiciones de secano, por las aguas superficiales disponibles para satisfacer distintos usos consuntivos (consumo humano, animal, industrial y riego, entre otros) y no consuntivos (generación hidroeléctrica, navegación, recreación), y por las aguas subterráneas que también satisfacen los distintos tipos de uso consuntivo, particularmente el riego.

La disponibilidad hídrica meteórica está representada por los términos del balance hidrometeorológico entre precipitación y evapotranspiración.

La disponibilidad hídrica superficial está representada por los caudales de los ríos, distribuidos por subcuencas. Algunas de las variables hidrológicas que pueden ser utilizadas para su caracterización son el caudal medio (caudal específico) y caudales de referencia, como el  $Q_{95}^2$  para disponibilidad en sequía, el 60% del caudal medio para la capacidad de regulación anual y otros.

La disponibilidad de agua subterránea es el potencial de bombeo de los acuíferos, limitado por su recarga y, a su vez, la recarga subterránea es la cantidad de agua media de entrada en el acuífero.

#### 1.4.1.1 Aguas meteóricas

El balance hidrometeorológico expresado en forma simple por la diferencia entre la precipitación mensual media (P) y la evapotranspiración potencial mensual media (ETP) es un primer indicador de las regiones que presentan condiciones medias de exceso o déficit de agua, lo que se relaciona en forma directa con la posibilidad de hacer agricultura de secano. La **Tabla 1.4.1.1.1** presenta estos términos de balance a nivel de cuencas-tipo seleccionadas para cada una de las subcuencas definidas.

El Alto Paraguay presenta alternancia de valores medios de excesos en verano y otoño y de déficit en invierno-primavera. En el Bajo Paraguay las zonas de aporte de margen derecha presentan balances deficitarios hacia el oeste, mientras que las zonas de aporte de margen izquierda presentan balances con exceso.

En la región del Alto Paraná se presenta déficit en invierno y parte de la primavera, pero el balance es equilibrado a nivel anual. También en el Bajo Paraná pueden diferenciarse las áreas de aporte de margen derecha, que hacia el oeste presentan balances deficitarios, y de margen izquierda, donde son positivos.

En toda la cuenca del río Uruguay los balances son en general positivos, aunque hay meses con déficits.

<sup>2</sup>  $Q_{95}$  es el caudal con 95% de probabilidades de excedencia en la curva de duración de caudales diarios.

Tabla 1.4.1.1.1

### Precipitación mensual media (P), Evapotranspiración Potencial mensual media (ETP) y su diferencia

			SET	OCT	NOV	DIC
Paraguay	Alto Paraguay	<b>Río Paraguay en Cáceres (24.141 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	61,0	147,4	197,3	262,7
		ETP Cuenca (mm)	173,6	181,7	157,6	152,9
		P-ETP (mm)	-112,6	-34,3	39,7	109,8
	Medio y Bajo Paraguay	<b>Ríos y arroyos de Salta y Formosa afluentes al río Paraguay (28.010 Km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	13,8	42,3	76,7	128,3
		ETP Cuenca (mm)	146,2	181,2	190,3	207,1
		P-ETP (mm)	-132,4	-138,9	-113,6	-78,8
		<b>Río Tebicuary (27.325 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	101,9	170,5	175,0	140,5
		ETP Cuenca (mm)	99,4	131,0	149,3	170,3
		P-ETP (mm)	2,5	39,5	25,8	-29,8
Paraná	Alto Paraná	<b>Río Grande en Furnas (52.100 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	64,2	109,6	179,0	269,5
		ETP Cuenca (mm)	132,5	131,9	130,4	126,8
		P-ETP (mm)	-68,3	-22,3	48,6	142,7
		<b>Río Iguazu en UHE Baixo Iguazu (61.947 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	160,1	232,8	171,1	174,1
	Medio y Bajo Paraná	ETP Cuenca (mm)	91,4	123,0	144,0	155,7
		P-ETP (mm)	68,7	109,8	27,1	18,4
		<b>Región hídrica del Impenetrable (35.094 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	17,4	49,7	84,9	121,9
		ETP Cuenca (mm)	122,9	153,9	160,7	170,6
		P-ETP (mm)	-105,5	-104,2	-75,8	-48,7
Uruguay	Alto y Bajo Uruguay	<b>Río Negro Alto (24.652 km<sup>2</sup>)</b>				
		Precipitación cuenca (mm)	106,3	115,9	106,9	106,3
		ETP Cuenca (mm)	69,3	100,8	127,3	156,2
		P-ETP (mm)	37,0	15,1	-20,4	-49,9

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
<b>Río Paraguay en Cáceres (24.141 km<sup>2</sup>)</b>								
280,4	254,3	232,3	127,9	50,8	11,5	7,9	16,1	<b>1.650,0</b>
145,3	126,6	136,9	124,2	123,7	131,3	157,3	193,3	<b>1.804,0</b>
135,1	127,7	95,4	3,7	-72,9	-119,8	-149,4	-177,2	<b>-155,0</b>
<b>Ríos y arroyos de Salta y Formosa afluentes al río Paraguay (28.010 Km<sup>2</sup>)</b>								
151,8	116,4	108,9	48,9	17,9	7,3	3,7	6,1	<b>722,0</b>
208,8	168,6	153,9	105,7	84,5	65,8	83,7	116,7	<b>1.713,0</b>
-57,0	-52,2	-45,0	-56,8	-66,6	-58,5	-80,0	-110,6	<b>-991,0</b>
<b>Río Tebicuary (27.325 km<sup>2</sup>)</b>								
154,2	140,3	124,6	172,4	143,8	98,7	80,5	66,2	<b>1.569,0</b>
160,4	129,9	128,5	94,0	65,8	47,5	65,4	86,3	<b>1.328,0</b>
-6,2	10,5	-3,9	78,4	78,0	51,2	15,0	-20,1	<b>241</b>
<b>Río Grande en Funas (52.100 km<sup>2</sup>)</b>								
266,6	170,1	158,6	72,0	45,2	21,3	17,4	18,1	<b>1.391,6</b>
132,4	124,7	124,3	106,5	92,4	81,0	96,2	124,0	<b>1.403,0</b>
134,2	45,4	34,3	-34,5	-47,2	-59,7	-78,8	-105,9	<b>-11,4</b>
<b>Río Iguazú en UHE Baixo Iguazú (61.947 km<sup>2</sup>)</b>								
183,6	165,4	132,3	155,3	181,0	159,0	126,3	114,4	<b>1.955,5</b>
150,4	122,9	112,4	84,3	62,3	50,2	57,1	74,9	<b>1.228,5</b>
33,2	42,5	19,9	71,0	118,7	108,8	69,2	39,5	<b>727,0</b>
<b>Región hídrica del Impenetrable (35.094 km<sup>2</sup>)</b>								
128,0	97,7	104,1	59,0	24,2	10,4	4,2	6,8	<b>708,0</b>
173,9	147,0	136,7	95,7	72,4	56,5	71,4	97,7	<b>1.459,0</b>
-45,9	-49,3	-32,6	-36,7	-48,2	-46,1	-67,2	-90,9	<b>-751,0</b>
<b>Río Corrientes (23.583 km<sup>2</sup>)</b>								
123,5	145,3	139,6	173,4	92,6	84,6	65,1	56,1	<b>1.380,0</b>
160,0	131,4	120,0	83,8	62,0	46,8	54,5	72,8	<b>1.238,0</b>
-36,5	13,9	19,6	89,6	30,6	37,8	10,6	-16,7	<b>142,0</b>
<b>Río Negro Alto (24.652 km<sup>2</sup>)</b>								
113,5	134,4	110,9	122,1	125,5	105,6	110,7	91,8	<b>1.258,0</b>
158,7	118,0	102,5	64,2	40,2	28,5	32,8	49,4	<b>999,0</b>
-45,2	16,4	8,4	57,9	85,3	77,1	77,9	42,4	<b>260,0</b>

### 1.4.1.2 Aguas superficiales

Los balances hídricos desarrollados en Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay se elaboraron en base al modelo Témez CHAC, de paso de tiempo mensual. En Brasil fue utilizado el modelo hidrológico distribuido MGB-IPH, con paso diario. Los modelos permiten determinar las relaciones entre precipitación, evapotranspiración y caudal para cada una de las cuencas.

Los resultados obtenidos del Balance Hídrico a nivel mensual por subcuencas fueron integrados a nivel de la CdP en sitios característicos, comparándolos con datos de caudales observados, lo que permitió hacer una estimación de errores a nivel del caudal medio anual para el período 1971-2010. En la **Figura 1.4.1.2.1** se muestran los sitios considerados y, en la **Tabla 1.4.1.2.1**, los valores correspondientes, junto con la indicación de la relevancia del sitio en términos de porcentual de su caudal medio respecto al caudal medio total del Río de la Plata.

A su vez, la variabilidad temporal de esta disponibilidad hídrica superficial se puede caracterizar por la secuencia cronológica de los caudales anuales en los sitios característicos indicados.

#### **Caudales anuales**

Las curvas cronológicas de caudales medios anuales observados en los ríos Paraná y Paraguay en el período 1970/71-2011/12 muestran claramente la importancia de los aportes del año hidrológico 1982/83 en primer lugar, y del año 1997/98 en segundo lugar, donde los caudales anuales fueron del orden de 2 veces el módulo (**Figura 1.4.1.2.2**).

Para tener una idea de la representatividad del período analizado respecto de los registros históricos disponibles, se presentan también las curvas cronológicas de caudales anuales en la estación Puerto Pilcomayo sobre el río Paraguay (**Figura 1.4.1.2.3**) y en la estación Corrientes luego de la confluencia del Paraná con el Paraguay



El río Uruguay, a la altura de la frontera argentino-brasileña.

Tabla 1.4.1.2.1

## Resumen de caudales medios anuales (período 1971-2010)

<b>Río de la Plata</b>	<b>Caudal simulado (m<sup>3</sup>/seg)</b>	<b>Caudal observado (m<sup>3</sup>/seg)</b>	<b>% de error</b>	<b>% del caudal simulado con respecto al caudal del Río de la Plata</b>
<b>Río Paraná</b>				
<b>Río Paraná hasta confluencia con el río Paraguay</b>				
Río Paraná en Porto Primavera	7.913	7.938	-0,3	29,1
Río Paraná en Guaira	11.725			43,1
Río Paraná en Itaipú	12.886	11.746	9,7	47,3
Río Paraná aguas abajo confluencia Iguazú	14.871			54,6
Río Paraná en Itatí	14.404	13.916	3,5	52,9
<b>Río Paraguay hasta confluencia con el río Paraná</b>				
Río Paraguay en Puerto Pilcomayo (*)	3.805	3.964	-4,0	14,0
Río Paraguay en Puerto Bermejo (**)	5.091	4.696	8,4	18,7
<b>Río Paraná desde Corrientes hasta el Río de la Plata</b>				
Río Paraná en Corrientes	19.077	18.989	0,5	70,1
Río Paraná en Santa Fe - Paraná	19.889	19.041	4,5	73,1
<b>Total río Paraná</b>	<b>19.706</b>			<b>72,4</b>
<b>Río Uruguay</b>				
Río Uruguay en El Soberbio	2.423	2.384	1,6	8,9
Río Uruguay en Paso de los Libres	4.593	4.789	-4,1	16,9
Río Uruguay en Concordia (***)	5.624	5.725	-1,8	20,7
<b>Total río Uruguay</b>	<b>7.058</b>			<b>25,9</b>
<b>Aportes margen derecha del Río de la Plata</b>	<b>203</b>			<b>0,7</b>
<b>Aportes margen izquierda del Río de la Plata</b>	<b>259</b>			<b>1,0</b>
<b>Total Río de la Plata</b>	<b>27.225</b>			<b>100</b>

(\*) No incluye derrames del Pilcomayo.

(\*\*) Caudal observado 1983/84.

(\*\*\*) Caudal observado hasta 2003/04.

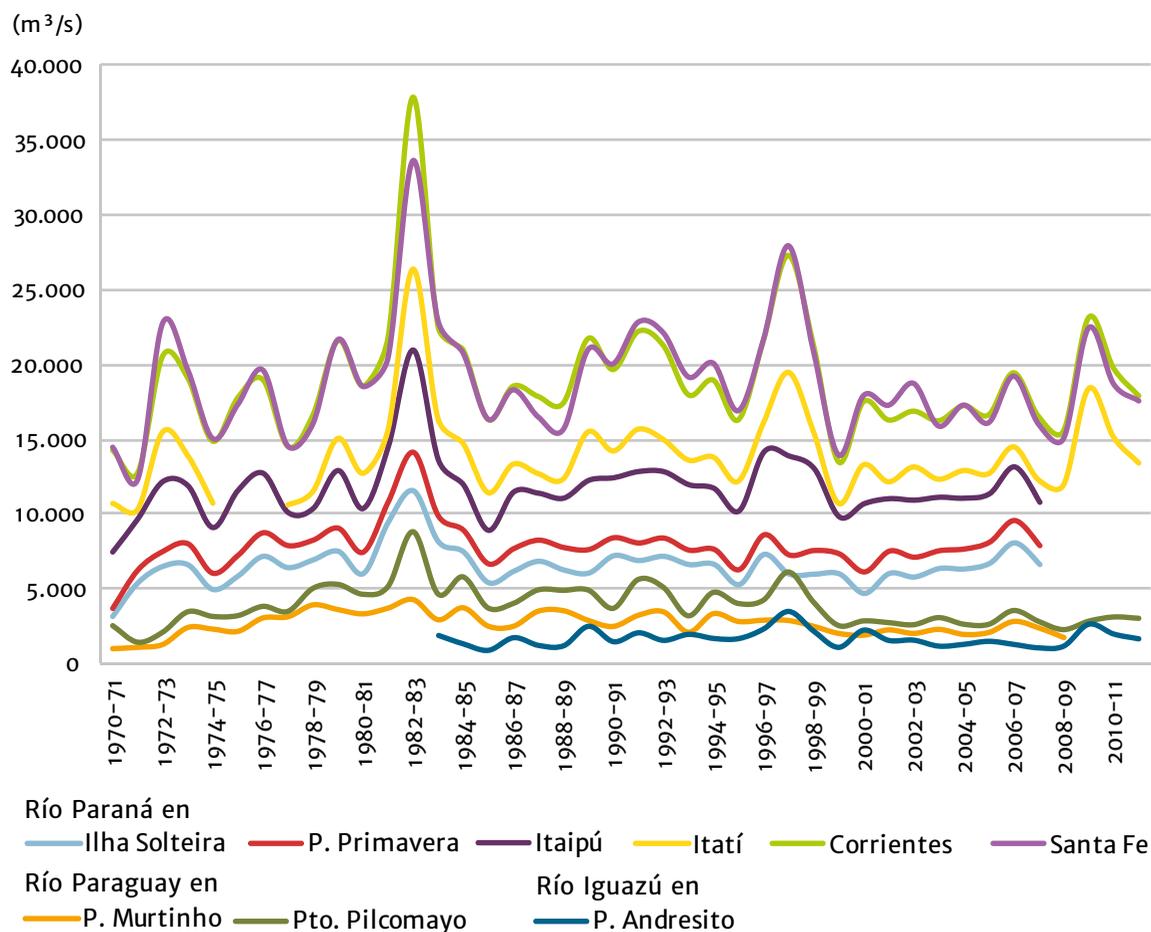
Figura 1.4.1.2.1

**Balance hídrico superficial de la Cuenca del Plata. Sitios característicos**



Figura 1.4.1.2.2

## Ríos Paraná, Paraguay e Iguazú. Caudales anuales



(Figura 1.4.1.2.4). En ambos casos el módulo calculado para el período 1970-2012 es entre un 9 y un 10% mayor que el que surge de calcular dicho módulo para todo el registro de 1905-2012.

Las curvas cronológicas de caudales medios anuales observados en el río Uruguay en el período 1970/71-2011/12 confirman

la situación de años extremos de los años hidrológicos 1982/83 y 1997/98 que se observara en los ríos Paraná y Paraguay (Figura 1.4.1.2.5). La secuencia de los caudales anuales en Paso de los Libres para todo el período de registros (1910-2012) muestra que el módulo del período 1970-2012 es un 11,5% mayor que el que se calcularía para el registro completo (Figura 1.4.1.2.6).

Figura 1.4.1.2.3 Río Paraguay en Puerto Pilcomayo. Caudales anuales

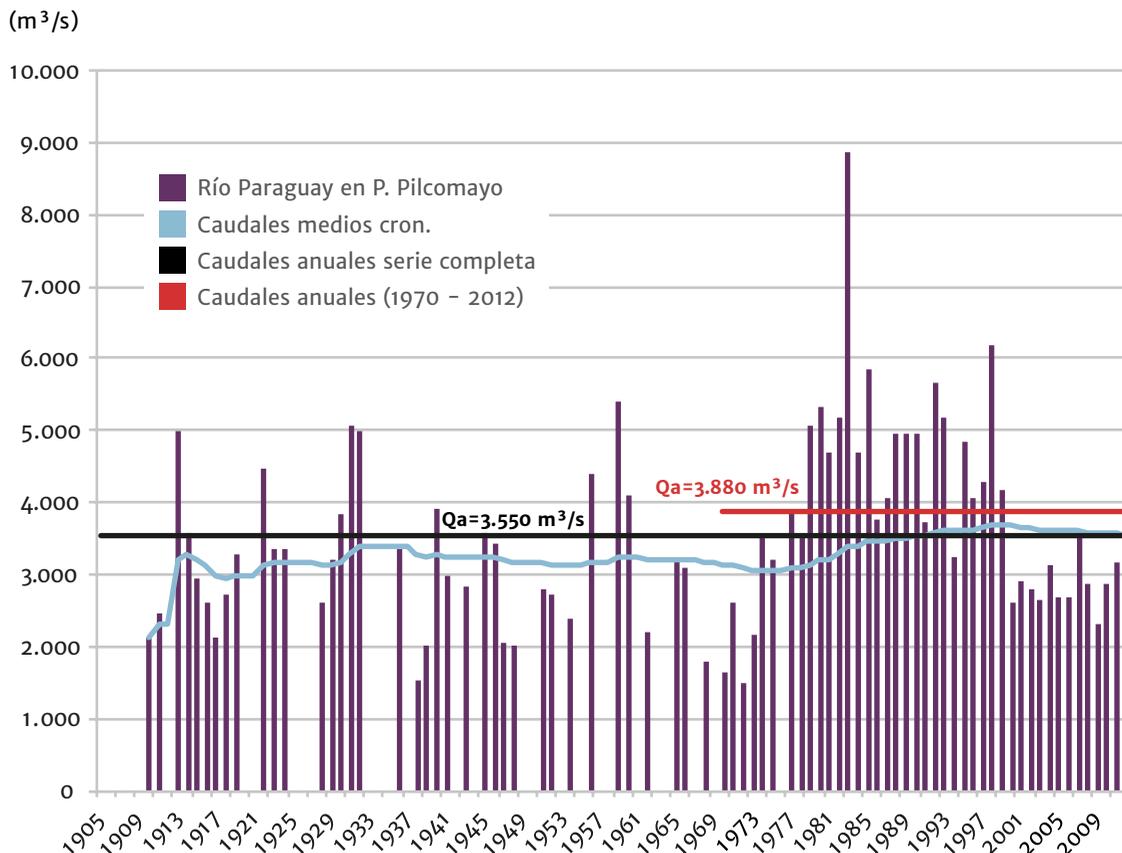


Figura 1.4.1.2.4 Río Paraná en Corrientes. Caudales anuales

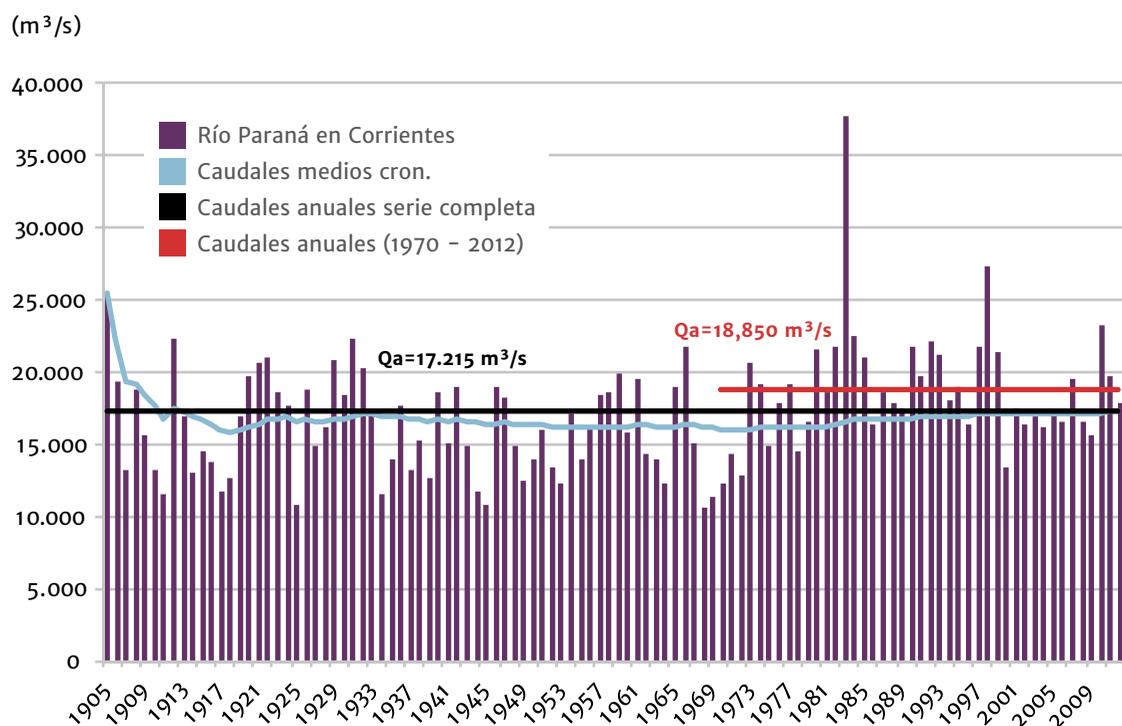


Figura 1.4.1.2.5

Río Uruguay. Caudales anuales

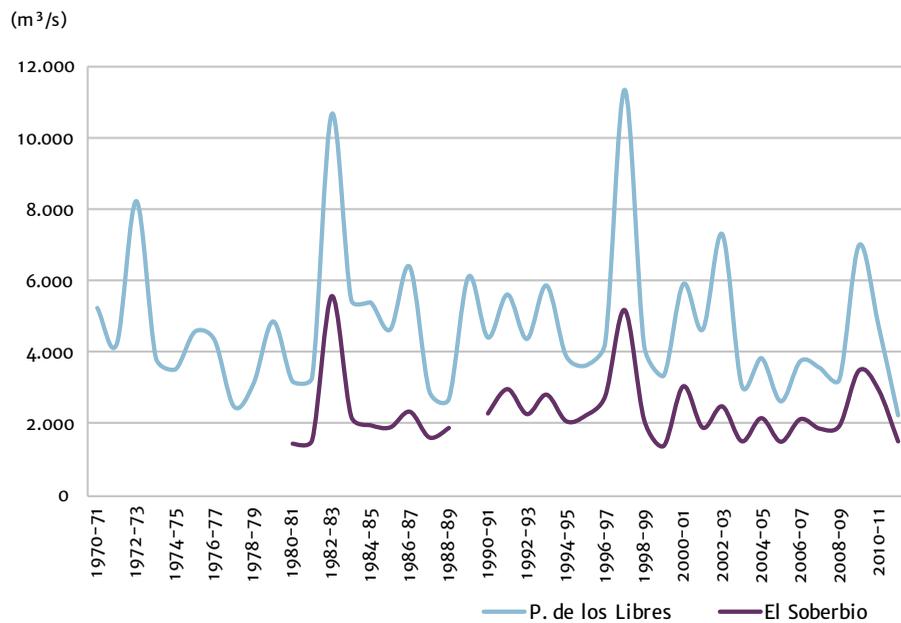
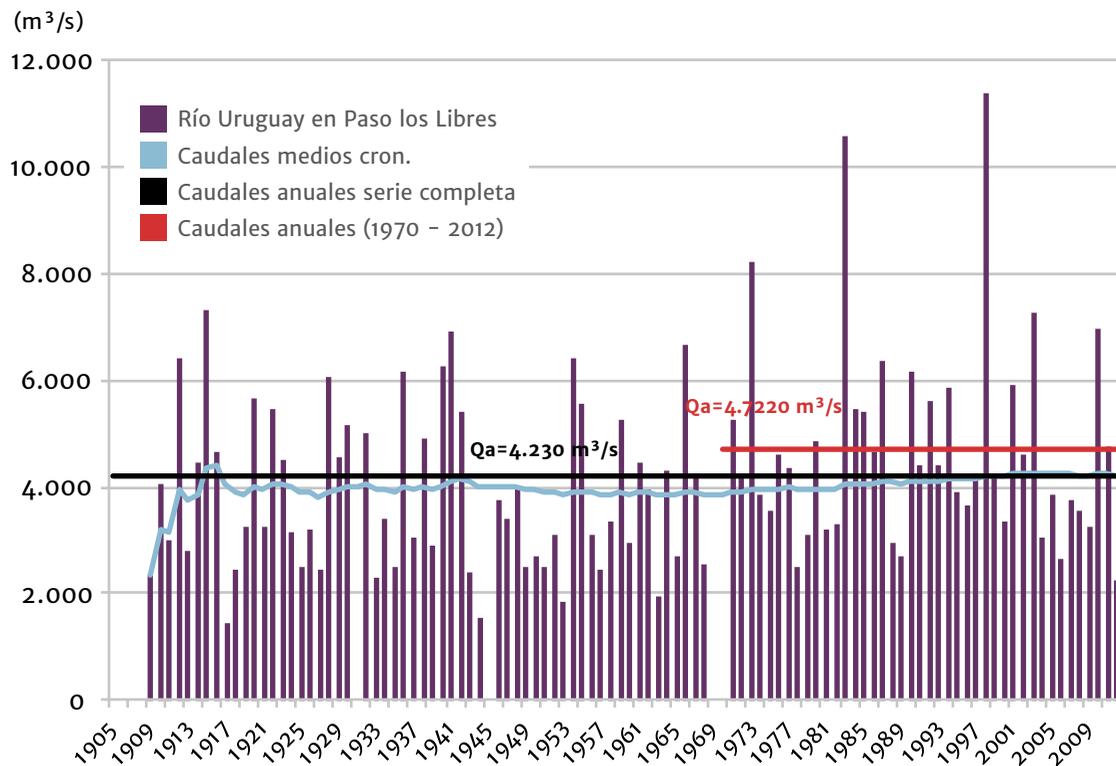


Figura 1.4.1.2.6

Río Uruguay en Paso de los Libres. Caudales anuales



### Caudales mensuales

Las gráficas de caudales medios mensuales observados en los ríos Paraná y Paraguay, en el período 1970/71–2011/12, muestran una diferencia entre ambos ríos (Figura 1.4.1.2.7). En el río Paraná, antes de la confluencia con el Paraguay, se ve claramente la situación de aguas altas para el verano-otoño y del decrecimiento de los caudales en invierno y parte de la primavera, distribución ésta que se mantiene luego de la confluencia, pero de forma menos marcada. En el río Paraguay, el régimen es más uniforme en cuanto a la distribución de los caudales en el año, con un máximo relativo a principios del invierno, lo que muestra la influencia del Pantanal como regulador y retardador de las crecidas.

La distribución de los caudales en el río Uruguay durante el año muestra que los caudales mensuales aumentan hacia me-

diados y finales del invierno y durante la primavera, y disminuyen en verano y otoño (Figura 1.4.1.2.8).

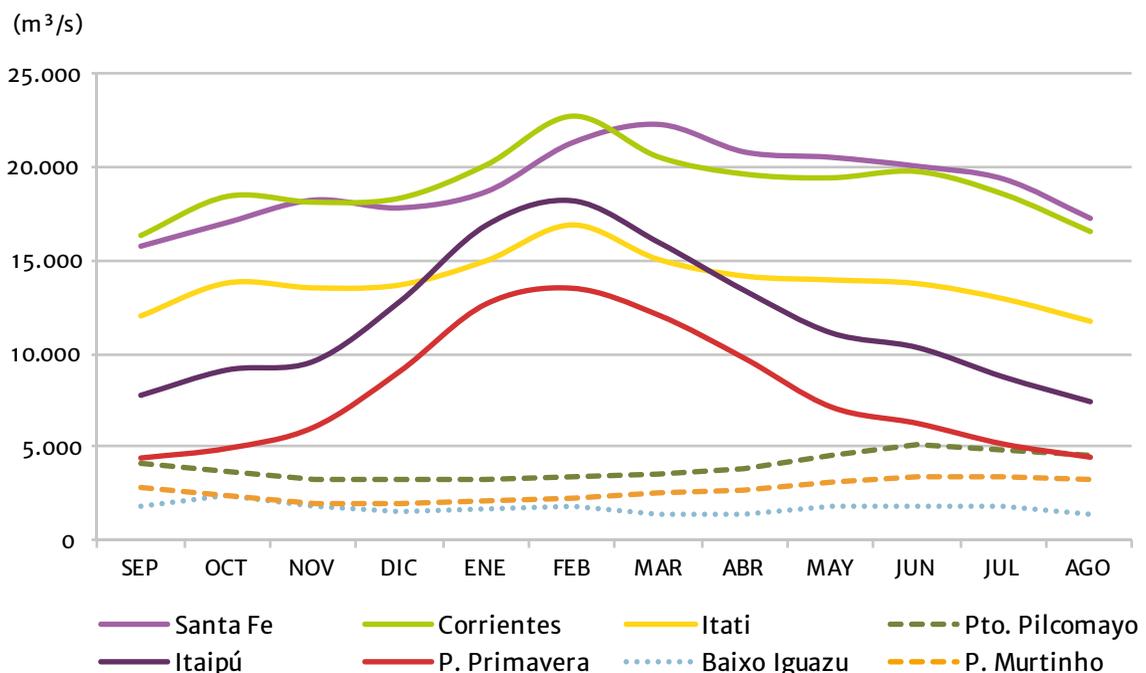
### Caudales específicos y característicos

Como síntesis de la disponibilidad hídrica de aguas superficiales se presenta la Tabla 1.4.1.2.2, donde se observa que el rango de valores indicados es muy amplio, lo que indica la heterogeneidad hidrológica que se encuentra debido a la extensión de las subcuencas consideradas. Estos rangos son mayores en las subcuencas del Bajo Paraguay y del Bajo Paraná, lo que tiene directa correspondencia con los balances hidrometeorológicos deficitarios que se presentan en el oeste de las cuencas de aporte, como se presentara anteriormente.

Asimismo, estos indicadores varían cuando son calculados sobre cuencas de apor-

Figura 1.4.1.2.7

### Ríos Paraná, Paraguay e Iguazú. Caudales medios mensuales



tes de extensión pequeña, mediana y grande, disponiéndose de los mismos para todas las cuencas y subcuencas en que se modeló el balance hídrico superficial.

Cabe mencionar que esta disponibilidad puede ser afectada por el cambio climático, como también lo demuestran las proyecciones que se presentan posteriormente.

### **Proyecciones de caudales para escenarios climáticos determinados**

Como luego se verá en el *Capítulo 2*, el modelo MGB-IPH fue ajustado para la simulación de distintos ríos de la Cuenca del Plata. Luego, este modelo fue utilizado para la ronda de proyecciones climáticas, a partir de datos del modelo ETA, modelo regional de alta resolución utilizado por el Centro de Predicción del Tiempo y Es-

tudios Climáticos-Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (CPTEC-INPE) de Brasil. Las proyecciones climáticas con el modelo ETA a 10 km de resolución horizontal se basaron en las condiciones de contorno obtenidas del modelo global *Hadley Center Global Environmental Model-HadGEM2-ES*, considerando una emisión de gases de escenario intermedio entre los escenarios considerados en el AR5 (Quinto Informe) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Los cambios en los caudales medios mensuales y en la estacionalidad hidrológica se evaluaron mediante el cálculo de los caudales medios mensuales en el período de referencia actual (1960-1990) y tres sub-períodos de clima futuro (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099).

**Figura 1.4.1.2.8**

### **Río Uruguay. Caudales medios mensuales**

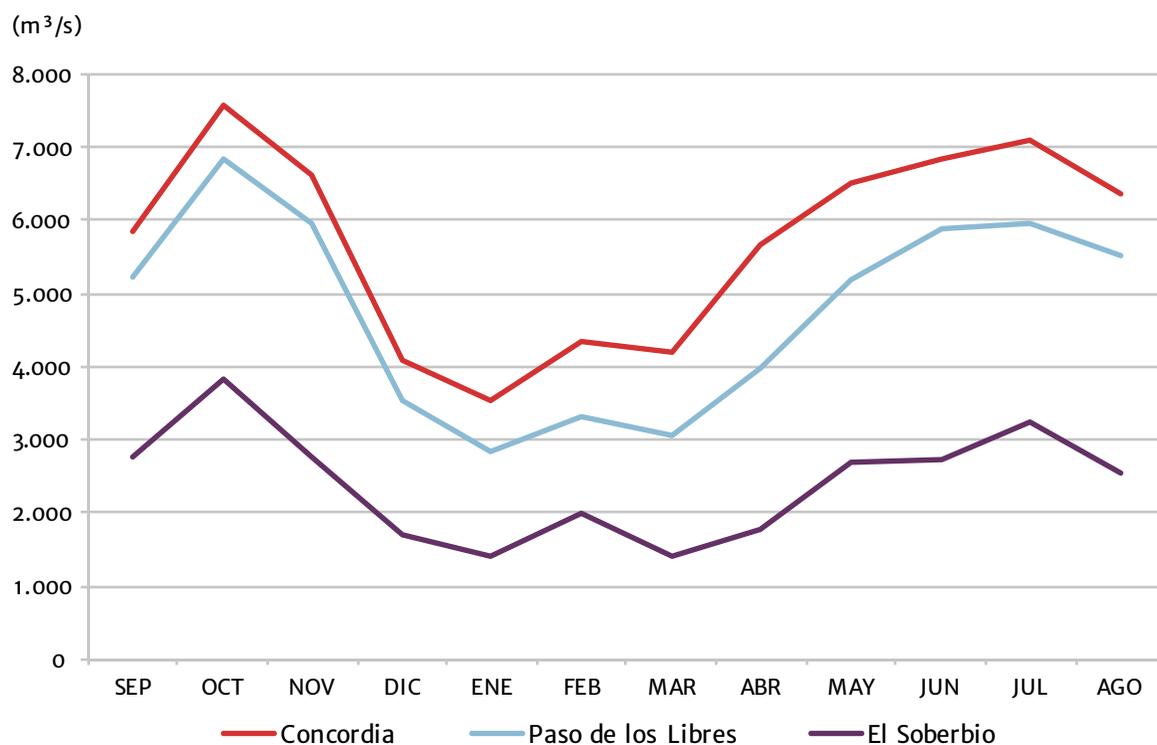


Tabla 1.4.1.2.2

**Valores de caudales específicos (q<sub>me</sub>) y del Q95 en relación al caudal medio (Q<sub>me</sub>)**

Subcuenca	q <sub>me</sub> <sup>1</sup> L.s <sup>-1</sup> .km <sup>2</sup>	Q95/Q <sub>me</sub> <sup>2</sup>
<b>Alto Paraguay</b>	3 - 21	0,37 - 0,41
<b>Bajo Paraguay</b>	2 - 15	0,09 - 0,27
<b>Alto Paraná</b>	13 - 25	0,24 - 0,58
<b>Bajo Paraná</b>	1 - 14	0,0 - 0,17
<b>Alto Uruguay</b>	23 - 28	0,20 - 0,28
<b>Bajo Uruguay</b>	7 - 23	0,05 - 0,20

Período 1971–2010, en forma resumida para cada subcuenca.

q<sub>me</sub> = caudal medio específico = Q<sub>me</sub>/A, A= área de la cuenca,

Q<sub>me</sub> = caudal medio; Q95 = caudal con 95% de la curva de duración.

Los resultados de los impactos de las proyecciones del cambio climático sobre el caudal de los ríos de la CdP indican que puede haber un aumento o disminución de los caudales medios y mínimos, dependiendo de la región y el período analizado.

En el río Uruguay, las proyecciones indican un aumento de caudales medios y mínimos. En la región norte de la cuenca del Paraná – sobre todo en la cuenca del río Paranaíba– y en la región del Alto Paraguay, las proyecciones indican que habrá una reducción inicial de los caudales medios para los escenarios más próximos, seguida de un posterior aumento para los escenarios más alejados en el tiempo. Las proyecciones de los caudales mínimos, por su parte, indican una reducción.

En la región del Chaco, representada por los ríos Bermejo y Pilcomayo, las proyecciones indican un aumento de los cauda-

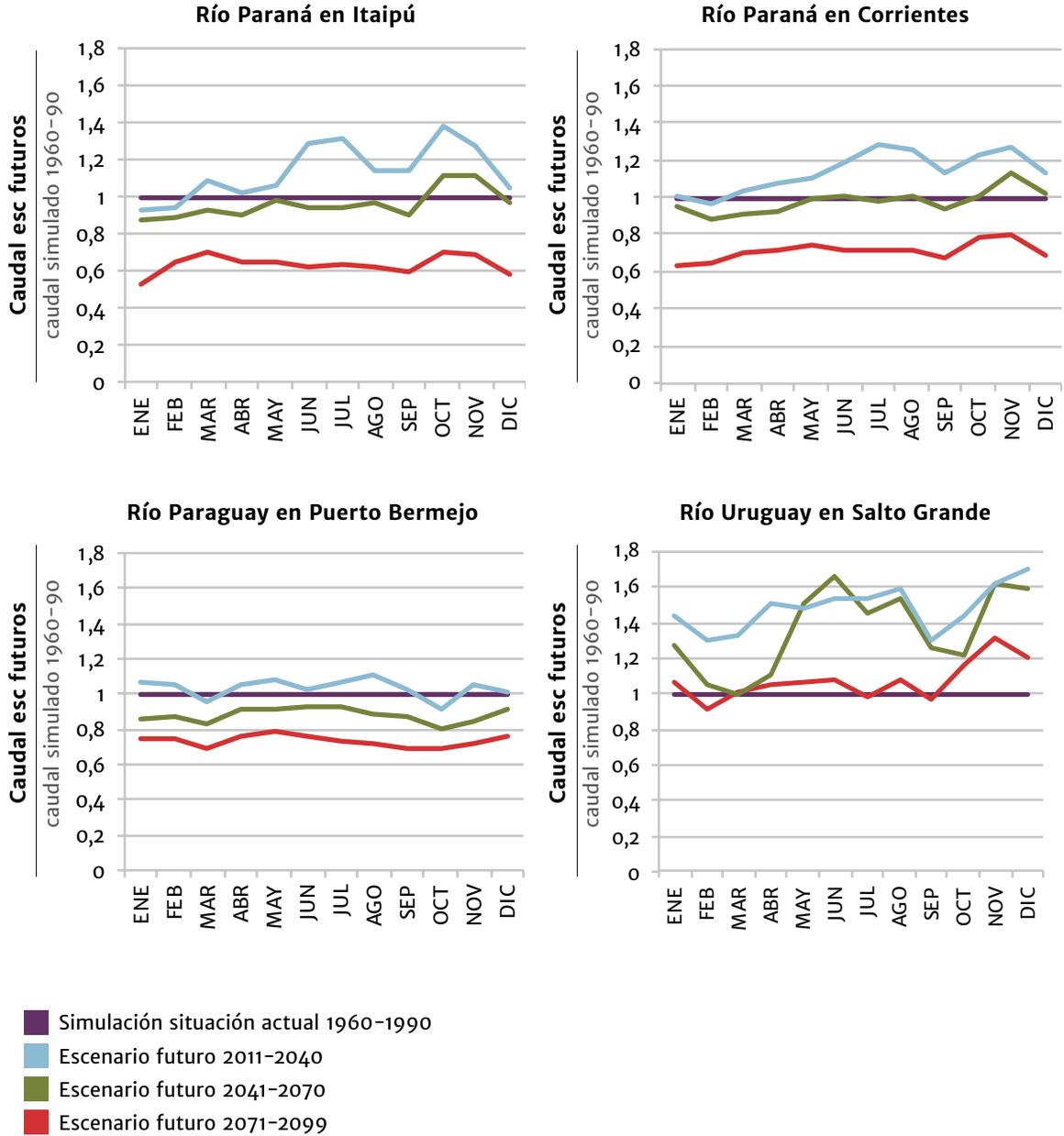
les medios y mínimos. En el río Paraná, en Itaipú, las proyecciones indican una reducción inicial –respecto a la situación de referencia– de los caudales medios para los escenarios más próximos, seguido por un incremento para los más alejados. Lo mismo es cierto para los caudales mínimos. Ya en el tramo medio e inferior del río Paraná, las proyecciones indican que tanto los caudales medios como los mínimos inicialmente disminuyen, para luego aumentar en el futuro.

La **Figura 1.4.1.2.9** presenta las relaciones entre caudales medios mensuales simulados en algunas estaciones representativas para los tres escenarios futuros y la situación actual (1960–1990).

Cabe recordar que el estudio se basó en los escenarios climáticos del IPCC AR5 (Modelo Global HadGEM2-ES del *Hadley Cen-*

Figura 1.4.1.2.9

**Relación entre los caudales medios mensuales simulados correspondientes a tres escenarios futuros y a la situación actual**



ter), regionalizados -reduciendo la escala (“downscaling”)-, mediante el modelo regional ETA a 10 km de resolución horizontal (ETA-10 km). Por lo tanto, no se está tomando en consideración la incertidumbre de las predicciones climáticas relacionadas con el modelo global que se utiliza para hacer la proyección. Las diferencias entre los modelos globales son reconocidas como una de las principales fuentes de incertidumbre en las proyecciones de cambio climático.

En el *Capítulo 2.1.1 Variabilidad climática*, se realizan algunas observaciones complementarias sobre este tema.

#### 1.4.1.3 Aguas subterráneas

La Cuenca del Plata es asimismo rica en recursos hídricos subterráneos. Coincide en gran parte con el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), uno de los mayores reservorios de aguas subterráneas del mundo, con una superficie de 1.190.000 km<sup>2</sup>. Al oeste de la Cuenca se localiza el Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) que coincide, mayormente, con la zona semiárida de la Cuenca, el bioma del Gran Chaco Americano.

El SAYTT tiene una extensión de aproximadamente 410.000 km<sup>2</sup> (200.000 km<sup>2</sup> en Argentina, 30.000 km<sup>2</sup> en Bolivia y 180.000 km<sup>2</sup> en Paraguay) y representa una de las reservas de aguas subterráneas transfronterizas más importantes de América del Sur. Es un sistema acuífero de gran importancia regional ya que se encuentra en una región con clima semiárido, escasez de agua y en la que los demás acuíferos son de aguas salobres o saladas, no aptas para consumo humano o producción agropecuaria.

Se destaca la presencia de pueblos originarios en toda la región, con problemas

sociales similares. Numerosas veces sus comunidades están radicadas en los tres países sin considerar las fronteras político-administrativas. La actividad productiva básica del área es la agricultura y la ganadería, con una gran potencialidad en las zonas húmedas. La barrera para el desarrollo económico de la región, que afecta con especial crudeza a los sectores rurales campesinos, es el acceso al agua en cantidad y calidad necesaria para la subsistencia y la producción.

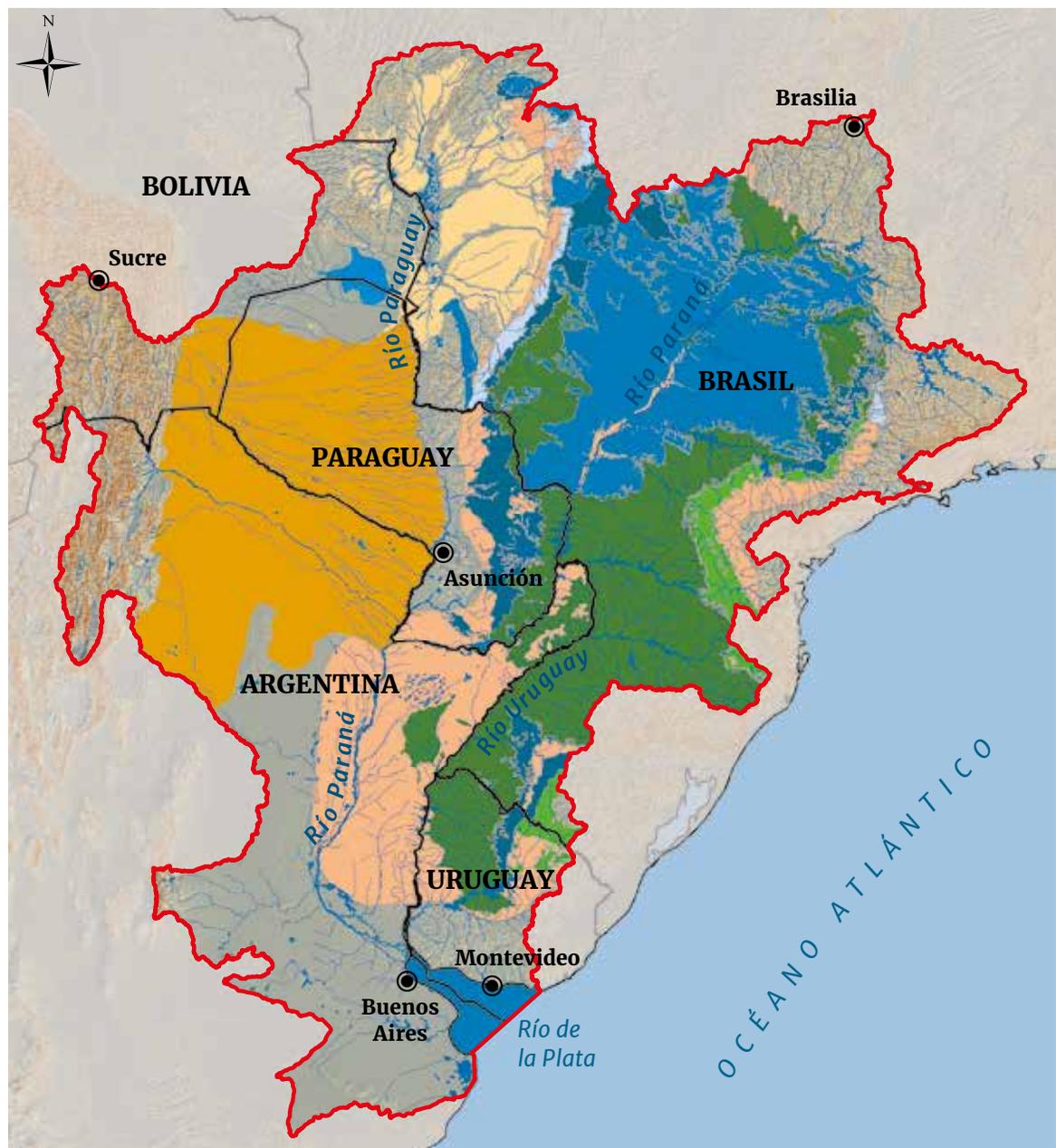
Hay también otros acuíferos transfronterizos (compartidos por dos o más países), muchas veces con una superficie tan pequeña en relación con el área de la Cuenca, que no figuran en los mapas regionales por las escalas empleadas. No obstante, por su ubicación geográfica y sus características hidrogeológicas se convierten en estratégicos para el desarrollo socioeconómico interno del país o región que los contiene.

Los principales acuíferos transfronterizos son (**Figura 1.4.1.3.1**):

- Sistema Acuífero Guaraní: compartido por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Sus caudales varían entre 60 a 200 m<sup>3</sup>/h en áreas próximas a las zonas aflorantes y de 200 a 400 m<sup>3</sup>/h en las áreas confinadas.
- Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño: compartido por Argentina, Bolivia y Paraguay. Sus caudales máximos llegan a ser de 10 m<sup>3</sup>/h.
- Sistema Acuífero Serra Geral: compartido por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, con caudales que varían entre 10 y 100 m<sup>3</sup>/h.
- Sistema Acuífero Pantanal: compartido por Bolivia, Brasil y Paraguay.

Figura 1.4.1.3.1

Acuíferos transfronterizos de la Cuenca del Plata



Acuíferos transfronterizos

- |  |   |
|--|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #d9e1f2; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Aquidaban - Aquidauana                                     | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #429442; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Sistema Permo Carbonífero                         |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #4f81bd; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Palermo - Estrada Nova - Río Bonito                        | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #2d5a2d; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Serra Geral                                       |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0070c0; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Agua Dulce   | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4b084; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Pantanal  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0056b3; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Bauru - Caiuá - Acaray                                     | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Sistema Acuífero Yrenda - Toba - Tarijeño (SAYTT) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #003366; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Botucatu - Tacuarembó - Misiones - Piramboia - Buena Vista | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f49154; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></span> Sistema Acuífero Guaraní (SAG)                    |

- Sistema Acuífero Baurú–Caiuá–Aca-ray: compartido por Brasil y Paraguay. La unidad Caiuá tiene caudales entre 40 y 60 m<sup>3</sup>/h y la unidad Baurú tiene caudales moderados que varían entre 10 y 20 m<sup>3</sup>/h.
- Sistema Acuífero Agua Dulce: compartido por Bolivia y Paraguay, con caudales de hasta 18 m<sup>3</sup>/h en los acuíferos carboníferos y de 36 m<sup>3</sup>/h en los acuíferos cretácicos.

Con el trabajo conjunto de los cinco países de la CdP, entre 2011 y 2015 se avanzó en la elaboración de un mapa hidrogeológico de síntesis de la Cuenca a escala 1:2.500.000 (Figura 1.4.1.3.2).

Cabe destacar que, en la CdP, el desarrollo natural de las poblaciones urbanas y rurales, asociado con el fuerte incremento de las actividades agrícolas e industriales, ha incrementado el uso de los recursos hídricos en forma significativa, particularmente aquellos de origen subterráneo. Este crecimiento, como era de esperar, además de parámetros demográficos, obedece a las características intrínsecas de los acuíferos, como la ocurrencia de unidades potencialmente productivas y a la calidad de las aguas subterráneas.

En relación con el uso del recurso subterráneo a nivel de cada país se observa lo siguiente:

- En Argentina, las zonas de mayor utilización de agua subterránea para satisfacer usos humanos se sitúan en las proximidades de las áreas urbanas y en áreas rurales con agricultura bajo riego.
- En Bolivia, los principales usos de las aguas subterráneas se orientan al abastecimiento público y la agricultura.
- En Brasil, este recurso tiene importancia fundamental para el abastecimiento



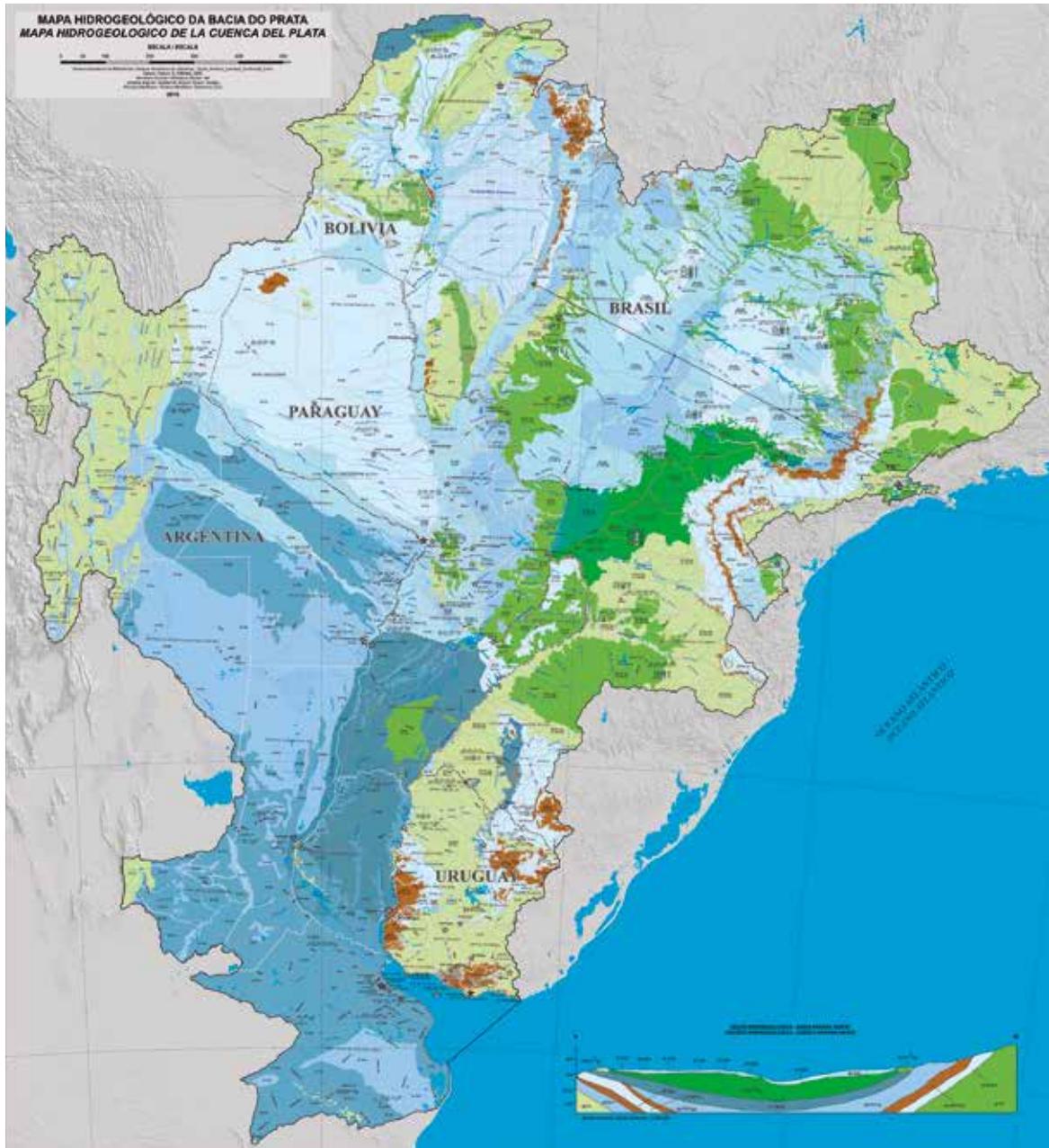
Perforación en el Acuífero Guaraní.

humano y el uso industrial en toda la región sudeste y sur. En esta región se realiza la mayor explotación de aguas subterráneas de toda la CdP.

- También en Paraguay el agua subterránea tiene un amplio uso para abastecimiento humano e industrial, como por ejemplo en la periferia de su capital, Asunción. En otras regiones presenta un uso principalmente pecuario y de abastecimiento público de localidades dispersas.
- En Uruguay, si bien el volumen de agua subterránea que se utiliza es relativamente bajo, alrededor de un 28% sobre el consumo total, se debe destacar su importancia ya que en muchos poblados del interior el abastecimiento es de 100% por aguas subterráneas, que engloba al 73 % de los servicios de abastecimiento, mientras que el 12% es mixto, donde el agua subterránea es parte del suministro.

Figura 1.4.1.3.2

Mapa hidrogeológico de la Cuenca del Plata



En la **Figura 1.4.1.3.3** se presentan los volúmenes anuales de agua subterránea explotados en la Cuenca.

### 1.4.2 Usuarios de recursos hídricos

Las principales actividades relacionadas con el uso del agua en la Cuenca son los servicios urbanos, las del sector agropecuario y las de la industria, minería, energía (generación hidroeléctrica), transporte (navegación) y protección de los ecosistemas.

#### 1.4.2.1 Servicios urbanos

Los servicios urbanos relacionados con el agua, comúnmente denominados aguas urbanas, involucran los servicios de agua potable y saneamiento, el drenaje urbano y el manejo de residuos sólidos, los cuales deben atender los desarrollos y planes de urbanización como una herramienta fundamental para la mejora de la calidad ambiental de las zonas urbanas y de la calidad de vida de sus habitantes.

### **Servicios de agua potable y saneamiento**

La demanda de abastecimiento de agua potable –dependiendo de la localización del área urbana en cuestión– es satisfecha por los grandes ríos de la Cuenca, por pequeñas fuentes superficiales cercanas a las ciudades o por agua subterránea. Con el crecimiento de las ciudades, las fuentes de abastecimiento de agua resultan muchas veces sobreexplotadas –particularmente los acuíferos– o contaminadas, con el consecuente riesgo para la salud de población. Las ciudades que presentan los principales problemas son aquellas que poseen gran población y se localizan en las cabeceras de los ríos, como son los casos de San Pablo, Curitiba, Brasilia, Goiânia y Campo Grande, entre otros.

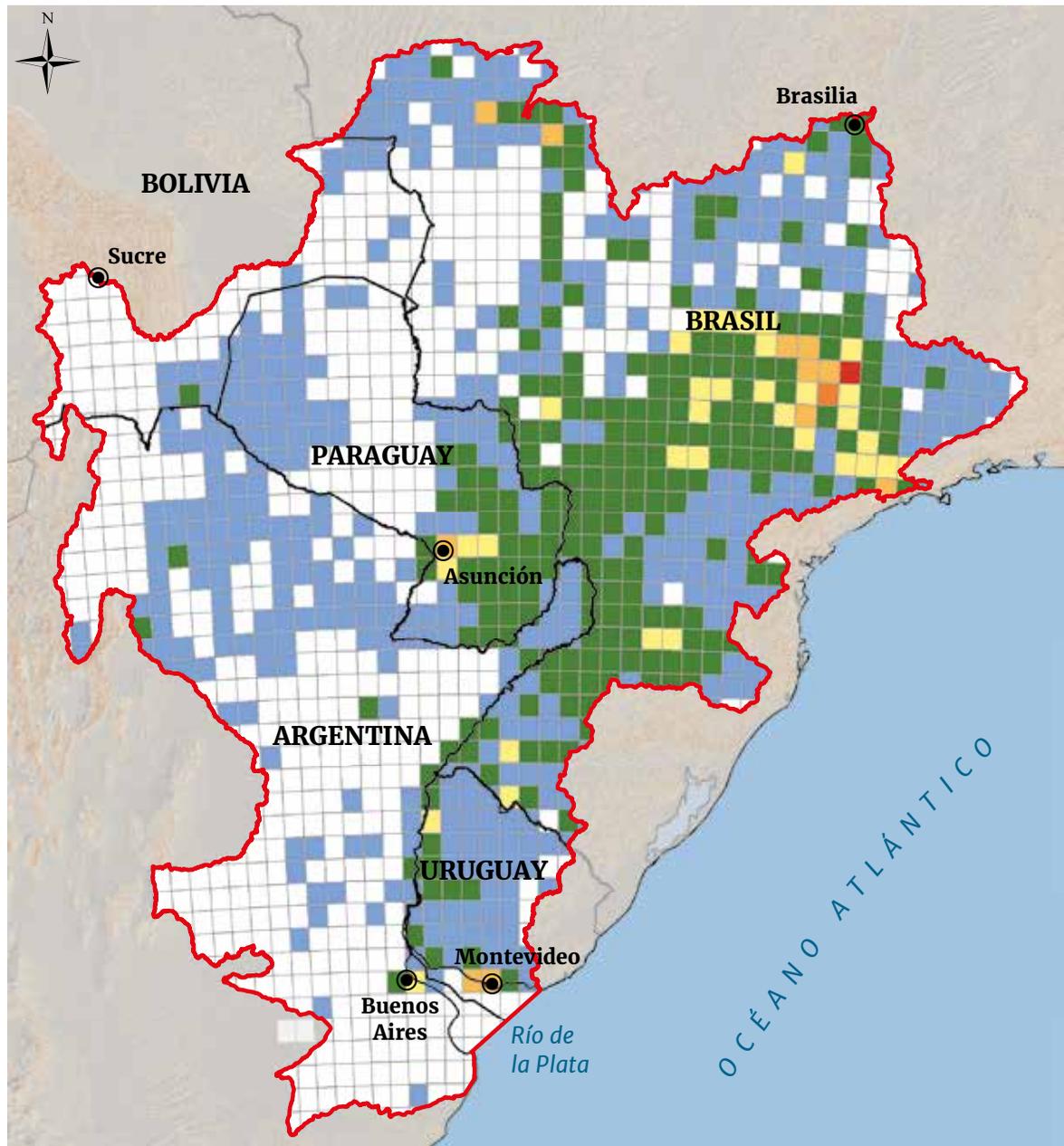
Hay otras situaciones particulares, como en la cuenca del río Uruguay, donde si bien generalmente la disponibilidad de agua es suficiente para cubrir la demanda de la población, durante períodos de poca agua en las cabeceras de los cursos pequeños, pueden



Instalación de redes troncales de agua potable.

Figura 1.4.1.3.3

**Volúmenes de agua subterránea explotados anualmente**



Volumenes anuales explotados (m<sup>3</sup>/año)

- 0 o Sin información
- 1 - 1.000.000
- 1.000.000 - 10.000.000
- 10.000.000 - 25.000.000
- 25.000.000 - 50.000.000
- 50.000.000 - 100.000.000
- > 100.000.000

existir conflictos específicos, principalmente considerando que la disponibilidad de agua subterránea es baja en la región, debido a que la cuenca del Uruguay se ubica casi completamente en una formación basáltica (unidad hidrogeológica Planalto) donde los pozos tienen una baja capacidad de producción (entre 3 y 5 m<sup>3</sup>/h).

El porcentaje de la población que utiliza fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable e instalaciones de saneamiento mejoradas, en relación con la población urbana y rural total, es variable entre los países que conforman la CdP.

La calidad del agua potable en las áreas urbanas de Argentina, Brasil y Uruguay es adecuada para el consumo humano, dado que se realizan tratamientos adecuados del agua en los tres países, lo que permite la provisión de agua segura a aquellos habitantes conectados a las redes correspondientes.

Los datos disponibles para Paraguay no son suficientes para evaluar la calidad física, química y bacteriológica del agua. Sin embargo, es un hecho que el 100% de los usuarios que cuentan con el servicio de agua potable reciben agua tratada. Por su parte, en Bolivia, la situación es más heterogénea, dado que las capitales departamentales tienen una cobertura superior comparada con ciudades intermedias, si bien esto no es una garantía suficiente de la calidad del servicio.

Las instalaciones de saneamiento comprenden la disposición local (pozos negros) y la red pública de alcantarillado o cloacas. El nivel de tratamiento de los efluentes cloacales en muchos casos se limita a un pretratamiento o tratamiento primario.

**Drenaje Urbano.** Se trata de un servicio que muchas veces no sigue el acelerado ritmo

del desarrollo urbano, con los correspondientes impactos negativos para el ambiente y la calidad de vida de la población.

El sistema de drenaje pluvial es un componente de la infraestructura urbana que es construido durante el desarrollo de la ciudad, generalmente con una visión sanitaria de transferir los caudales de agua de mala calidad lo más rápido posible hacia aguas abajo. Con la urbanización, los caudales aumentan, principalmente por el incremento de las áreas impermeables, por la importación de agua (ya sea por extracción de agua subterránea o de agua superficial proveniente de otras cuencas) y por la ejecución de conductos y canales, lo cual genera la transferencia de los impactos de la urbanización de aguas arriba hacia aguas abajo.

Como es de esperar, las redes de drenaje pluvial representan una fuente de contaminación con residuos sólidos de origen urbano, metales pesados y otras sustancias nocivas que finalmente son vertidas a los ríos y arroyos urbanos. En la mayoría de los casos no hay un control sistemático de la calidad y caudal del agua pluvial, por lo que no se cuenta con una estimación precisa acerca de los impactos que los sistemas de drenaje tienen sobre la calidad del agua de dichos cursos.

Hasta el presente, son muy pocas las ciudades de la Cuenca que han desarrollado mecanismos de regulación para el control del impacto urbano del drenaje pluvial. Entre las principales se cuentan Porto Alegre y Brasilia, en Brasil, y Resistencia, Santa Fe y Rosario, en Argentina.

**Residuos sólidos urbanos.** Los servicios de recolección y tratamiento de los residuos sólidos urbanos representan un problema ambiental que afecta la calidad y el flujo del

agua de drenaje y de los ríos y arroyos urbanos. Los principales residuos son producto de la erosión y la sedimentación dentro de las ciudades –producidos por el aumento de la velocidad del escurrimiento– y por el inadecuado manejo de residuos producidos por la población, generando áreas urbanas y periurbanas degradadas. En relación con el drenaje, uno de los principales problemas es el manejo de importantes volúmenes de residuos y sedimentos que reducen la capacidad de los cauces urbanos, produciendo inundaciones. Gran parte de las ciudades de la Cuenca no posee aún una capacidad de manejo sustentable de los residuos urbanos.

#### 1.4.2.2 Sector agropecuario

La agricultura es la actividad económica de la Cuenca del Plata que genera los mayores cambios en el uso de la tierra. Los princi-

pales cultivos en la cuenca corresponden a ciclos anuales: soja, trigo, maíz y arroz. El arroz es producido con riego por inundación y es uno de los grandes consumidores de agua de la Cuenca.

Argentina tiene un porcentaje de 12,8% de tierra cultivable, lo cual representa 35 millones de hectáreas de su territorio nacional. Este es el mayor porcentaje en la Cuenca, seguido por Brasil, Paraguay y Uruguay, respectivamente. Las provincias argentinas que la integran producen el 90% de los cereales del país (soja, maíz y girasol), aceites de semillas y mantienen un 70% de su stock bovino, generando el 60% del PBI del país. También se cultiva algodón, tabaco, porotos, caña de azúcar, cítricos y arroz.

En el sector brasileño de la macro-subcuenca del río Uruguay, los cultivos de subsisten-



Cultivo de arroz en la Mesopotamia Argentina.

cia y la ganadería, con prácticas de ganado doméstico, se alternan con la producción de soja, mijo, maíz y arroz, dependiendo de las características del suelo. En el sistema del río Paraguay, en territorio brasileño, el uso de la tierra está cambiando rápidamente, llevando a la apertura o extensión de la frontera agrícola ganadera, debido al cultivo de la soja y a la explotación ganadera. Estos procesos ocurren en el Planalto y en el Pantanal si bien, en este último, las áreas de conservación lo mantienen como frontera para el futuro. Finalmente, la porción brasileña del río Paraná es utilizada para fines de pastoreo de ganado y tierras agrícolas en un 57% de su extensión, correspondiendo el área remanente a bosques nativos. Las principales actividades agropecuarias son la cría de ganado y los cultivos de naranjas, soja, caña de azúcar y café. Es importante destacar que el 10% de los bovinos criados en Brasil nacen dentro de la CdP.

En Paraguay, la agricultura ocupa la región oriental del país, con una alta participación de actividades mecanizadas, debido a la predominancia del cultivo de soja. Las áreas de cultivo de pastura han experimentado una considerable variación en los últimos años debido al cambio en el uso del suelo. Las pasturas generalmente ocupan suelos profundos, bien drenados en las lomas, y están destinadas al engorde del ganado mientras que, en las áreas bajas inundables se concentra la cría de ganado. En la margen derecha del río Paraguay, en la región chaqueña, el área agrícola se ha mantenido estable, si bien en los últimos años se observó un descenso en el área ocupada por esta actividad, debido a la gran expansión ganadera en el Chaco central y a las frecuentes sequías que han ocurrido en los últimos años.

El uso agropecuario en Uruguay se encuentra expresado en la coexistencia de cultivos,

stock ganadero, plantaciones y campos naturales con una distribución por regiones que presenta diferencias a lo largo del tiempo. Pueden identificarse en el país numerosas regiones, dependiendo de las distintas combinaciones o arreglos de actividades – predominantemente agricultura, tambos y ganado, ganado en campos naturales, cría de ganado con prácticas intensivas (*feed lot*), horticultura y cultivo de frutales y sector lechero—. El maíz, la cebada, arroz y la avena son los principales cultivos. El 80% del ganado bovino uruguayo es criado en la CdP.

Las principales demandas de agua corresponden a regiones con riego de arroz por inundación. Las principales regiones son la cuenca del río Tebicuary en Paraguay y el sur de Brasil, norte de Uruguay y este de Argentina, cerca de los ríos Uruguay, Cuareim-Quaraí e Ibicuí. En dichas regiones existe un gran número de pequeños embalses para reservar agua para riego, lo que implica un potencial conflicto con el abastecimiento de las ciudades en años de sequía.

En el centro-oeste de Brasil se verifica una gran expansión de la agricultura de riego, con siembra y cosecha hasta cuatro veces al año, debido a la gran disponibilidad hídrica, resultando en una gran rentabilidad económica. En la misma región existen conflictos por el agua asociados a la expansión de la caña para producción de combustibles.

Las economías de Argentina, Brasil y Uruguay presentan también un fuerte componente ganadero. El territorio más bajo de la CdP ha sido tradicionalmente una región de producción ganadera. En la región de la Pampa, junto al Río de la Plata, Argentina y Uruguay tienen explotaciones de ganado vacuno y ovino de alta calidad. Los productos de origen animal tienen preeminencia dentro de las exportaciones de ambos países.

En el Alto Paraguay, particularmente en la región del Planalto, se encuentra actualmente uno de los mayores rebaños de ganado del mundo. Esta actividad ha tenido una gran expansión, con impactos en la producción de sedimentos en las cabeceras del río Tacuarí. En el Pantanal hay un cierto equilibrio entre la preservación ambiental del humedal y la cría de ganado.

#### 1.4.2.3 Industria

En la CdP, la actividad industrial es diversificada y está relacionada particularmente con los principales centros urbanos en Argentina y Brasil, como las regiones metropolitanas de San Pablo y de Buenos Aires. En estas regiones, la producción industrial más importante está relacionada con el desarrollo automotriz y los derivados del petróleo.

En Argentina, los centros industriales más importantes están ubicados, además del área metropolitana de Buenos Aires, en las provincias de Santa Fe y Buenos Aires. En ellos, se destacan las industrias relacionadas con materias primas agro-ganaderas, como curtiembres e industrias alimenticias.

En Brasil, el sector industrial se encuentra diversificado, principalmente en tecnología, alimentos, textiles, automotores, aviones y petróleo. Los sistemas del Paraná, Uruguay y Paraguay tienen la mayor parte de la producción industrial del país.

En Uruguay, la industria alimenticia se ubica en áreas rurales, mientras que el resto se encuentra en la zona metropolitana de Montevideo.

Cabe señalar que el procesamiento industrial de transformación de productos agrícolas y materiales orgánicos en productos finales no es homogéneo en todos los países.

Los desechos industriales tienen tanta importancia como los desechos domésticos en la CdP. Las grandes áreas metropolitanas de San Pablo, Curitiba y Buenos Aires son las zonas más industrializadas, donde los efluentes industriales son tratados más intensamente que los efluentes domésticos. Sin embargo, la cantidad de efluentes no tratados pone en peligro a los cursos de agua, ya que varias de esas áreas más industrializadas están localizadas en las nacientes de los ríos, como son los casos de San Pablo, ubica-



Parques industriales de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

da en el Alto Tietê, y de Curitiba, en las nacientes del río Iguazú. Además, los efluentes no tratados, vertidos directamente a los ríos, contaminan los acuíferos.

#### 1.4.2.4 Minería

La producción de la industria minera ocupa un lugar importante entre las actividades económicas de los países de la CdP, aunque no es un área altamente productora de minerales.

Bolivia, si bien con poca extensión de territorio dentro de la Cuenca, tiene depósitos de hierro y manganeso muy cerca de Puerto Suárez. En los bordes de la franja andina, existen reservas importantes de gas y petróleo. Bolivia y Argentina producen la mayor cantidad de petróleo de la región.

En la subcuenca del Alto Paraguay, frente al cerro Mutún (Bolivia), se encuentra el cerro gemelo Urucum, donde Brasil explota minas de hierro que constituyen un producto de exportación a Argentina, Europa y China.

Uno de los aspectos ambientales importantes de la minería son los productos

usados en la actividad, los cuales se depositan en los sedimentos de los ríos de la Cuenca y generan efectos acumulados históricamente aguas abajo de las zonas de producción.

En mayor medida, la contaminación generada por la minería se observa principalmente en el sistema del río Paraguay, en particular en dos de las principales subcuencas tributarias, las del Bermejo y del Pilcomayo. En Bolivia la minería se realiza en las cuencas altas de estos dos ríos, lo que genera contaminación por el agua de desecho originada por las actividades de extracción y procesamiento, así como por la erosión minera. El drenaje ácido fue estimado en 4 millones m<sup>3</sup> aproximadamente, y está relacionado con el vertido de 643.000 toneladas de residuo sólido total. Los mayores problemas de contaminación aparecen en el Departamento de Oruro, donde la minería tiene una historia de cientos de años.

En Brasil, la minería realizada en el Planalto del río Paraguay provoca contaminación a partir de depósitos de mercurio en los sedimentos del río.



Dique de cola en la cuenca del Pilcomayo, Bolivia.

### 1.4.2.5 Hidroelectricidad

La Cuenca del Plata posee una capacidad de generación hidroeléctrica muy importante. Su aprovechamiento significa una porción relevante de la generación de energía en los países involucrados. Para Paraguay en particular, representa el mayor porcentaje de su PBI.

Las subcuencas que tienen mayor potencial hidroeléctrico son las del Alto Paraná, Alto Uruguay y, en menor escala, la del Bajo Paraná.

Las principales centrales hidroeléctricas nacionales en cada país de la Cuenca (de más de 100 MW de potencia) son presentadas en la **Tabla** y en la **Figura 1.4.2.5.1**, correspondiendo a la cuenca del Alto Paraná la mayor cantidad de centrales en operación.

En las **Tablas 1.4.2.5.2** y **1.4.2.5.3** se presentan, respectivamente, las centrales hidroeléctricas existentes y proyectadas en los tramos transfronterizos de los ríos indicados. En relación con estos tramos cabe indicar que el total de potencia aprovechable es de 29.590 MW, estando ya casi dos terceras partes de ella en explotación.



La binacional Itaipú, aún hoy la mayor central hidroeléctrica del mundo.

Tabla 1.4.2.5.1

### Principales centrales hidroeléctricas en los tramos nacionales de los ríos de la Cuenca del Plata

Central	Río	Potencia (MW)
<b>Argentina</b>		
Cabra Corral	Juramento	102
<b>Brasil</b>		
Ilha Solteira	Paraná	3.444
Foz do Areia	Iguazú	1.676
Jupia	Paraná	1.551
Salto Osório	Iguazú	1.078
Emborcação	Paranaíba	1.192
Furnas	Grande	1.216
Itá	Uruguay	1.450
Marimondo	Grande	1.440
Porto Primavera	Paraná	1.430
Salto Santiago	Iguazú	1.420
Agua Vermelha	Grande	1.396
Segredo	Iguazú	1.260
Salto Caxias	Iguazú	1.240
Estreito	Grande	1.050
<b>Paraguay</b>		
Iguazú	Iguazú	103
Acaray	Acaray	210
<b>Uruguay</b>		
G Terra	Negro	140
Palmar	Negro	330
Baygorria	Negro	100

En la matriz eléctrica de los cinco países, la hidroenergía representa más del 75% de la capacidad instalada en Brasil, Paraguay y Uruguay. En Argentina representa algo más

del 30%. La tendencia actual es a la integración del sector eléctrico entre los países con el objeto de aumentar las sinergias para satisfacer las demandas.

Figura 1.4.2.5.1

### Centrales hidroeléctricas de más de 100 MW de potencia



Tabla 1.4.2.5.2

### Centrales hidroeléctricas existentes en los tramos transfronterizos de la Cuenca del Plata

Central	Río	Potencia (MW)
<b>Brasil y Paraguay</b>		
Itaipú	Paraná	14.000
<b>Argentina y Uruguay</b>		
Salto Grande	Uruguay	1.890
<b>Argentina y Paraguay</b>		
Yacyretá (*)	Paraná	3.200
<b>Potencia total existente</b>		<b>18.990</b>

(\*) Está proyectado el aprovechamiento del brazo Aña Cuá, lo que le sumaría potencia a este aprovechamiento binacional.

Tabla 1.4.2.5.3

### Principales centrales hidroeléctricas proyectadas en los tramos transfronterizos de la Cuenca del Plata

Central	Río	Potencia (MW)(*)
<b>Brasil y Argentina</b>		
Garabí	Uruguay	1.152
Panambí	Uruguay	1.048
<b>Argentina y Paraguay</b>		
Corpus Christi	Paraná	2.880

(\*) Estos proyectos están en estudio, por lo que la potencia podría variar en función del diseño final que se adopte.

### 1.4.2.6 Navegación

La navegación a partir del Río de la Plata fue el mecanismo de ocupación de la Cuenca por los españoles durante la colonización. La navegación en la CdP presenta las siguientes hidrovías (Figura 1.4.2.6.1):

a) Hidrovía Paraguay-Paraná: principal ruta que conecta a los países de la Cuenca, siendo una importante vía por la capacidad de transporte de grandes cargas. Representa la mayor cantidad de carga transportada.

b) Hidrovía Uruguay: en el tramo aguas abajo de la presa de Salto Grande.

c) Hidrovía Tietê-Paraná: donde la navegación se desarrolla en los tramos dentro de Brasil debido a falta de esclusas en la presa de Itaipú. Tiene importancia en el transporte interior de ese país.

### 1.4.2.7 Protección de los ecosistemas

La Cuenca del Plata incluye varios ecosistemas claves: el Gran Chaco Americano, con una superficie aproximada de 1.000.000 km<sup>2</sup>, el segundo ecosistema más



Transporte de mercancías por la Hidrovía Paraguay-Paraná.

Figura 1.4.2.6.1

**Hidrovías de la Cuenca del Plata**



grande de Sudamérica después del Amazonas; los de Praderas; el Pantanal, de más de 496.000 km<sup>2</sup>; el sistema de esteros, lagunas y bañados del Iberá (Argentina) y del lago Ypoá (Paraguay); el Bosque Atlántico, zona declarada como reserva de biosfera (UNESCO); el Cerrado y el Delta del

Paraná, constituyendo un sistema hídrico con una notable diversidad y productividad en materia biológica.

Cabe destacar que la existencia de un corredor de grandes humedales constituye una importante reserva de agua dulce, con una

rica diversidad biológica y cultural, sumamente apropiado para la implementación de estrategias de desarrollo sostenible, que contemplen programas y proyectos de ecoturismo, los cuales pueden ser una fuente de ingreso para proteger el ambiente y mejorar la vida de las comunidades ribereñas.

#### 1.4.2.8 Ecoturismo

Algunos de estos humedales han sido designados como de Importancia Internacional o Sitios Ramsar, lo que les otorga un grado de protección mayor. Al respecto, desde el año 2007, y en el ámbito de la Convención Ramsar sobre Humedales, los países avanzaron en la construcción de la *Estrategia Regional para los Humedales de la Cuenca del Plata* y, en 2012, la Convención abordó formalmente el turismo como uno de los muchos servicios ecosistémicos que proporcionan los humedales en el marco de su 11<sup>o</sup> Conferencia de las Partes (COP11). En este evento se identificaron los aspectos que los países deben tomar en cuenta, en los niveles nacional y local, para garantizar que el turismo de humedales sea sostenible, de conformidad con el principio de “uso racional” que establece la Convención.

En el marco de la COP11, la Secretaría de la Convención de Ramsar y la Organización Mundial de Turismo (OMT) presentaron una publicación que destaca el valor de los humedales para el turismo, así como los beneficios económicos que esta actividad puede aportar para el manejo de los humedales. En esta publicación, denominada *Destino Humedales, apoyando el turismo sostenible*, se seleccionaron 14 estudios de caso, uno de los cuales se encuentra en la CdP, las Lagunas y Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina), que describe los procesos de manejo establecidos.

Asimismo, existen 38 Parques Nacionales en el territorio de la CdP (que se detallan en

la **Tabla A.7** del Anexo) y se localizan los siguientes 10 Sitios Patrimonio de la Humanidad (UNESCO):

- El Parque Nacional Iguazú (Argentina y Brasil).
- Las Misiones Jesuíticas Guaraníes San Ignacio Miní, Santa Ana, Nuestra Señora de Loreto y Santa María la Mayor (Argentina), y las Ruinas de San Miguel de las Misiones (Brasil)
- La Quebrada de Humahuaca (Argentina)
- Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos (Bolivia)
- La ciudad de Potosí (Bolivia)
- La ciudad Histórica de Sucre (Bolivia)



Las Misiones Jesuíticas, reconocidas mundialmente, son un atractivo turístico de la Cuenca.

- La ciudad de Brasilia (Brasil)
- La Zona de conservación del Pantanal (Brasil)
- Dos de las siete antiguas Misiones Jesuíticas Guaraníes: Santísima Trinidad de Paraná y Jesús de Tavarangüe (Paraguay)
- El Barrio Histórico de la ciudad de Colonia de Sacramento (Uruguay)

En este sentido, cada vez más se considera al ecoturismo como una estrategia de manejo para las áreas protegidas que, si se implementa de modo apropiado, constituye una actividad de carácter sustentable porque está diseñada para tener un mínimo impacto en el ecosistema, contribuir económicamente a las comunidades locales, ser respetuosa de sus culturas, desarrollarse utilizando un proceso participativo que involucra a todos los actores y ser monito-

reada con el fin de detectar impactos positivos y negativos.

En la **Tabla 1.4.2.8.1** se sintetizan datos de emprendimientos, programas y proyectos vinculados con el ecoturismo en los cinco países de la Cuenca, donde se evidencia una alta diversidad de tipologías, que contemplan diferentes nichos del mercado.

Existen además programas y proyectos de carácter transfronterizo (PM, 2016a):

- Proyecto piloto para la Conservación de la Biodiversidad en el río Paraná regulado.
- Proyecto piloto para la Resolución de Conflictos de Usos del Agua - Cuenca del Río Cuareim-Quaraí.
- Proyecto Freplata - Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo

**Tabla 1.4.2.8.1**

### Emprendimientos de ecoturismo por país

País	Tipología	Cantidad
<b>Argentina</b>	52% ecoturismo, 19% turismo comunitario, 17% turismo rural y 12% turismo náutico	42
<b>Bolivia</b>	50% turismo comunitario, 31% ecoturismo, 19% turismo rural	16
<b>Brasil</b>	80% turismo rural, 20% turismo comunitario	10
<b>Paraguay</b>	46% turismo rural, 42% ecoturismo, 8% turismo náutico, 4% turismo comunitario	24
<b>Uruguay</b>	85% turismo rural, 7,5% ecoturismo, 7,5% turismo náutico	41
<b>Total</b>		133

Fuente: PM, 2016m.

mo: prevención y control de la contaminación y restauración de hábitats.

- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní.
- Proyecto Gran Chaco Manejo Sostenible de Tierras en el Ecosistema Transfronterizo del Gran Chaco Americano.
- Programa Estratégico de Acción para la Cuenca del Río Bermejo. Promoción del Ecoturismo en las Yungas.

### 1.4.3 Estimación cuantitativa de las demandas

Con el propósito de contar con los balances hídricos integrados, herramientas indispensables para la gestión de los recursos hídricos, se ha desarrollado la cuantificación de las demandas de agua para distintos usos en el territorio de la Cuenca, siguiendo una metodología acordada en 2012 por los cinco países, habiéndose realizado las estimaciones para el año 2010.

Los usos considerados en la estimación fueron el doméstico (uso de agua potable rural y urbana), agrícola (riego de cultivos), pe-



Encuentro del equipo de dirección del proyecto, noviembre de 2014.

cuario (uso de agua en la producción ganadera), industrial (producción manufacturera, refrigeración, etc.) y minero (volumen total para la producción, discriminando los procesos intermedios).

La integración de las estimaciones realizadas en cada país permite disponer de los resultados presentados en la **Tabla 1.4.3.1**, que brinda las demandas de los distintos usos del agua para toda la Cuenca.

#### 1.4.3.1 Consideraciones sobre demandas en la Cuenca del Plata

El riego es el principal usuario de agua, que se expande continuamente con dos características contrapuestas: mitiga las deficiencias de agua y agudiza la competencia con los otros usos en los períodos de mayor escasez. El caso más relevante es el cultivo de arroz que, por su gran consumo de agua, genera conflictos con otros sectores de demanda, como el urbano, pecuario e industrial, además del de la protección de los ecosistemas.

El uso urbano constituye la segunda mayor demanda, existiendo conflictos instalados por el suministro deficiente en cantidad y calidad en algunas subcuencas de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay. Esta situación se agudiza en las poblaciones urbanas marginales, que están en constante aumento debido a la fuerte urbanización ocurrida en las últimas décadas.

La demanda industrial ocupa el tercer lugar por el volumen consumido, que tiene un valor cuantitativo similar a la demanda pecuaria, y posee una gran importancia por el alto valor económico y social de la actividad y por el impacto ambiental negativo resultante de la emisión puntual de efluentes que contaminan y afectan la oferta de agua.

Tabla 1.4.3.1.1

**Demanda de agua en la Cuenca del Plata**

a) Integración de datos por país

País	Demanda en hm <sup>3</sup> /año						%
	Poblacional	Agrícola	Pecuaría	Industrial	Minera	Total	
<b>Argentina</b>	4.787	7.304	1.066	2.138	124	<b>15.419</b>	<b>31,5</b>
<b>Bolivia</b>	125	s/d	s/d	s/d	s/d	<b>125</b>	<b>0,0</b>
<b>Brasil</b>	6.250	14.128	1.911	6.771	s/d	<b>29.060</b>	<b>59,3</b>
<b>Paraguay</b>	443	552	484	17	s/d	<b>1.496</b>	<b>3,1</b>
<b>Uruguay</b>	397	2.011	342	132	47	<b>2.929</b>	<b>6,0</b>
<b>Total</b>	<b>12.002</b>	<b>23.995</b>	<b>3.803</b>	<b>9.058</b>	<b>171</b>	<b>49.029</b>	
<b>%</b>	<b>24,5</b>	<b>48,9</b>	<b>7,8</b>	<b>18,4</b>	<b>0,0</b>		<b>100,0</b>

b) Integración de datos por sistemas hídricos

Subcuenca	Demanda en hm <sup>3</sup> /año						%
	Poblacional	Agrícola	Pecuaría	Industrial	Minería	Total	
<b>Paraná</b>	8.119	15.067	2.269	7.726	68	<b>33.250</b>	<b>68,0</b>
<b>Paraguay</b>	625	1.831	527	156	7	<b>3.146</b>	<b>6,4</b>
<b>Uruguay</b>	588	6.598	594	427	20	<b>8.227</b>	<b>16,8</b>
<b>Río de la Plata</b>	2.545	499	413	742	76	<b>4.275</b>	<b>8,7</b>
<b>Total</b>	<b>11.877</b>	<b>23.995</b>	<b>3.803</b>	<b>9.051</b>	<b>171</b>	<b>48.897</b>	
<b>%</b>	<b>24,3</b>	<b>49,1</b>	<b>7,8</b>	<b>18,5</b>	<b>0,5</b>		<b>100,0</b>

Fuente: PM, 2016j



Planta de tratamiento de agua.

El consumo animal es prioritario, al igual que el consumo humano, y de gran trascendencia económica, ya que la CdP se está consolidando como la principal región productora y exportadora de carne a nivel mundial. Esta demanda –difícil de valorar por estar distribuida en forma difusa en todo el territorio– es afectada permanentemente, acentuándose el problema en los períodos de sequía, ya que la escasez de agua de bebida impacta más que la restricción de alimentos. Existe la necesidad de perfeccionar los sistemas de suministro para asegurar el abastecimiento y minimizar la contaminación difusa ocurrida cuando los animales acceden directamente a los cuerpos de agua.

La demanda minera es de importancia en parte de la región, pero la información disponible es parcial.

## 1.4.4 Relación disponibilidad–demanda

### 1.4.4.1 Evaluación general cualitativa

Los usos de recursos hídricos pueden acarrear conflictos cuando no existe equilibrio entre la disponibilidad y la demanda para los usos consuntivos o bien, cuando los usos no consuntivos alteran las condiciones del sistema hídrico, con su variabilidad en el tiempo y en el espacio. La **Tabla 1.4.4.1.1** se presenta una visión global de los usos de los recursos hídricos en las subcuencas de la CdP, indicando si no existen problemas dominantes, si existen solo algunos problemas o si existen problemas.

Por su parte, la **Tabla 1.4.4.1.2** identifica las áreas de la Cuenca con conflictos existentes o potenciales entre la disponibilidad y la demanda, o con limitaciones por usos consuntivos del agua.

Tabla 1.4.4.1.1

### Evaluación general cualitativa de los usos del agua

Usos del agua	Paraguay		Paraná		Uruguay		Río de la Plata	
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo		
Abastecimiento humano	■	■	■	■	■	■	■	■ No existen problemas dominantes
Irrigación	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen solo algunos problemas
Energía hidroeléctrica	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen problemas
Navegación	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen problemas
Recreación / Turismo	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen problemas
Acuicultura / Pesca	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen problemas
Conflicto de usos	■	■	■	■	■	■	■	■ Existen problemas

Fuente: Actualizado de PM (2004)

Tabla 1.4.4.1.2

### Áreas de la Cuenca del Plata con conflictos existentes o potenciales entre disponibilidad y demanda, o con limitaciones por usos consuntivos del agua

Local	Problema(*)	Tipo
<b>Subcuenca Alto Paraguay</b>		
Región metropolitana de Cuiabá (río Cuiabá)	Reducción de la disponibilidad por contaminación efluentes urbanos.	Local
Planalto y Pantanal	Depósito de sedimentos en la zona del Pantanal debido a los procesos erosivos en el Planalto.	Regional
Mato Grosso y Mato Grosso do Sul	Baja cobertura de saneamiento; apenas el 10% del agua captada es tratada.  Desordenada disposición de residuos sólidos y vertidos directos de efluentes a los cursos de agua (Cuiabá, Varzea Grande y Rondonópolis).	Local
<b>Subcuenca Bajo Paraguay</b>		
Chaco	Tiene restricciones de agua por falta de oferta y demanda difusa.	Regional
Cuenca del río Tebicuary	Conflicto de usos de agua entre servicios urbanos, irrigación, pesca artesanal y ecosistemas.	Regional
Ríos Bermejo y Pilcomayo	Efecto de los sedimentos sobre las tomas de agua para abastecimiento.  Contaminación difusa del agua proveniente de los cultivos (Paraguay y Argentina) y del suelo desnudo y la actividad agropecuaria (Bolivia).	Regional
<b>Subcuenca Alto Paraná</b>		
Río Tietê, región Metropolitana de San Pablo	Alta demanda de agua y manantiales contaminados. Alta demanda en cuenca de cabecera.	Local
San Pablo y Curitiba (ríos Tietê e Iguazú respectivamente)	Bajos caudales y, por tanto, baja capacidad de asimilación de la contaminación urbana en cabeceras de la cuenca.  Baja cobertura de saneamiento y bajo grado de tratamiento.	Local
Sistemas hídricos cerca de Brasilia – Distrito Federal	Fuerte expansión urbana con áreas de agricultura de riego. Alta demanda, contaminación y conflictos con uso de riego. Cabecera de las cuencas.	Local
Región metropolitana de Goiânia	Fuerte expansión urbana y efluentes sin tratamiento con reducción de calidad.	Local
Región metropolitana de Campo Grande	Expansión urbana y contaminación de efluentes. Cabecera de los ríos.	Local

Tabla 1.4.4.1.2 – Continuación

### Áreas de la Cuenca del Plata con conflictos existentes o potenciales entre disponibilidad y demanda, o con limitaciones por usos consuntivos del agua

Local	Problema(*)	Tipo
Subcuencas del río Paranaíba	Fuerte expansión del riego en la cuenca, conflictos con pequeñas centrales hidroeléctricas y procesamiento industrial del alcohol.	Local
<b>Subcuenca Bajo Paraná</b>		
Río Paraná aguas abajo de la confluencia con el Bermejo-Paraguay	Caudal de sólidos afectando la navegación. Deterioro de la calidad del agua.	Regional
<b>Subcuencas Uruguay</b>		
Río do Peixe	Contaminación industrial con producción y procesamiento de aves y cerdos con pérdida de oferta de agua para las ciudades.	Local
Afluentes del Uruguay	Limitada disponibilidad de agua durante los períodos de sequía por falta de regulación.	Local
Ibicuy y Cuarai	Alta demanda de agua para riego de arroz en Brasil, Uruguay y Argentina. Conflicto con los usos urbanos.	Transfronterizo
Tramo del río Uruguay situado en territorio brasileño	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 sin prácticas de conservación de suelos y con uso de agroquímicos.  Erosión debido a la explotación maderera y la agricultura.  Contaminación industrial y debido a la actividad minera.	Regional Transfronterizo
<b>Acuífero Guaraní</b>		
Zona sur del acuífero, frontera de Brasil y Uruguay	Inversión del flujo local en dirección a la ciudad de Santana do Livramento debido a la explotación del agua subterránea para la cobertura del 100% de la ciudad.	Local Transfronterizo
Zona sur del acuífero, frontera de Brasil y Uruguay	Depleción de los niveles de agua subterránea debido al crecimiento de las ciudades, con el consecuente aumento del uso de ese recurso.	Transfronterizo
Zona termal, frontera entre Argentina y Uruguay	Posibilidad de disminución de caudales y de temperaturas, con grandes pérdidas del comercio termal.	Transfronterizo

(\*) Los problemas son en zonas específicas y no en toda la subcuenca

## 1.5 Sistemas de monitoreo, alerta y predicción hidroclimática

### 1.5.1 Sistemas de monitoreo hidrometeorológico

#### 1.5.1.1 Observaciones meteorológicas

Las observaciones y pronósticos meteorológicos en general son algunas de las principales actividades de los servicios meteorológicos de cada país; en la CdP, cada uno de los 5 países cuenta con una institución de este tipo:

- Argentina: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
- Bolivia: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
- Brasil: Instituto Nacional de Meteorología (INMET)
- Paraguay: Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH)
- Uruguay: Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET)

Estas instituciones son el nexo de cada país con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que, desde 1950, es el organismo de las Naciones Unidas especializado en la meteorología (tiempo y clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas conexas.

En algunos países, las observaciones meteorológicas también son realizadas por otros organismos, entre ellos:

- Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Brasil: Instituto Nacional de Investiga-

ciones Espaciales (INPE); Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (CEMADEN) y Sistema Meteorológico de Paraná (SIMEPAR)

- Paraguay: Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA)
- Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

Cabe resaltar que en la CdP también el sector privado y organizaciones no gubernamentales tienen participación en las observaciones meteorológicas. Así, las asociaciones de productores agropecuarios tienen una activa participación en este tema. Por ejemplo, la Federación de Cooperativas de la Producción (FECOPROD), en Paraguay, administra la Red de Estaciones Meteorológicas Agrícolas, con transmisión telemétrica y disponible en internet; en la Argentina, las Bolsas de Cereales de Rosario y Entre Ríos también disponen de sistemas de observación meteorológica similares.

#### 1.5.1.2 Observaciones hidrológicas

Los servicios meteorológicos también pueden incluir las observaciones hidrológicas, tal el caso del SENAMHI de Bolivia, donde ambos tipos de observaciones oficiales corren por cuenta de una misma institución. Pero en el resto de los países de la CdP las observaciones hidrológicas son realizadas por otras instituciones nacionales:

- Argentina: Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH), Instituto Nacional del Agua (INA) y Dirección Nacional de Vías Navegables (DNVN)
- Brasil: Agencia Nacional de Aguas (ANA)
- Paraguay: Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) y Direc-

ción General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos de la Secretaría del Ambiente.

- Uruguay: Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)

Además de estas instituciones, existen entidades regionales o provinciales que realizan monitoreo hidrológico y entes nacionales que requieren información para fines específicos, como el sector energético:

- Paraguay: Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
- Uruguay: Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE)

En el sector hídrico también se destacan las entidades que operan centrales hidroeléctricas en los ríos internacionales e internos de la cuenca, las cuales son operadoras de estaciones hidrometeorológicas:

- Brasil-Paraguay: Itaipú Binacional (IB)
- Argentina-Paraguay: Entidad Binacional Yacyretá (EBY)
- Argentina-Uruguay: Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM)

Como puede observarse en lo expuesto, la información hidrometeorológica es generada por redes operadas por diferentes actores –públicos o privados, nacionales o binacionales– lo cual representa un desafío al momento de integrar la información.

### 1.5.1.3 Redes de observación

La CdP cuenta con una red de monitoreo de parámetros hidrológicos y de calidad de agua con una marcada asimetría, tanto en lo que respecta a sus aspectos cualitativos

como cuantitativos. La cantidad de estaciones, sus características, distribución y densidad de la red presentan diferencias importantes.

En general se observa una cantidad significativa de estaciones, básicamente de mediciones pluviométricas e hidrométricas, con series de registros de variada longitud, que permitirían evaluar la disponibilidad del recurso y planificar su uso con fines múltiples. Sin embargo, cuando se consideran estas redes a nivel de subcuencas, se observan diferencias marcadas, siendo las subcuencas del Paraná las que poseen la red con mejores características, mientras que las del río Uruguay y, fundamentalmente, las del río Paraguay, presentan las mayores deficiencias.

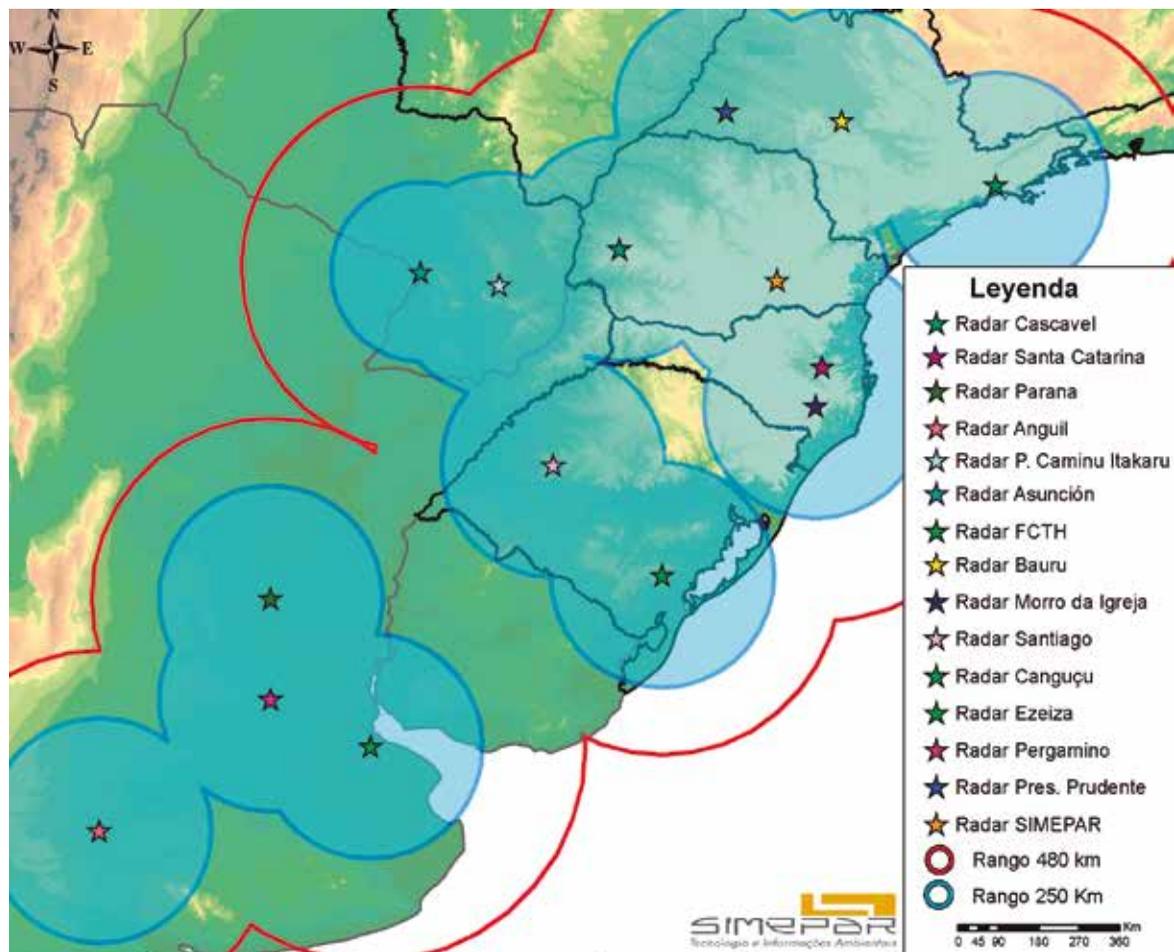
### 1.5.1.4 Radares meteorológicos en la Cuenca del Plata

El proceso de radarización de la CdP está en marcha. Desde hace unos años algunos países como Argentina, Brasil y Paraguay cuentan con estos sistemas de observación hidrometeorológica que representan una herramienta poderosa para la predicción y el alerta hidrometeorológico con amplia aplicación, como es el caso de la gestión de riesgos de desastres naturales, entre otros (Figura 1.5.1.4.1).

En la Argentina, entre 2007 y 2010 se iniciaron acuerdos entre la SSRH y el SMN para crear un sistema de radares que abarque todo el territorio argentino. Para ello, se pensó en aumentar la cantidad de estos sensores integrando los radares existentes con otros nuevos de fabricación nacional. En 2011 se lanzó el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), desarrollado en forma conjunta por el entonces Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y el Ministerio de

Figura 1.5.1.4.1

## Radares meteorológicos de la Cuenca del Plata



Defensa, con la participación de la empresa pública INVAP S.E. El proyecto, coordinado y supervisado por la SSRH, tiene por objetivos el desarrollo y construcción de Radares Meteorológicos Argentinos (RMA) Doppler en Banda C y doble polarización, el diseño e implementación de un Centro de Operaciones (COP) con capacidad para recibir, procesar y analizar los datos de la Red Nacional de Radares Meteorológicos e información relacionada y la integración de los radares existentes en el territorio nacional y los nuevos radares nacionales, optimizando así los recursos disponibles y sus prestaciones. Esta red de radares me-

eteorológicos estará bajo la operación del Servicio Meteorológico Nacional.

Hasta el presente, Argentina cuenta con los siguientes radares meteorológicos (RM) que involucran áreas de la Cuenca del Plata: SMN 1 RM en Ezeiza (Buenos Aires), INTA 1 RM Doppler en Pergamino (Buenos Aires), INTA 2 RM Doppler en Paraná (Entre Ríos) y Tabacalera Jujuy 1 RM.

Las instituciones que integran el SINARAME son: como socios fundadores, SMN, INA, INTA y SSRH. Actualmente forman también parte del proyecto el Servicio de

Hidrografía Naval (SHN), la Universidad de Buenos Aires (UBA), el Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CIMA), la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), la Armada Argentina, la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza (DACC) y la empresa LATSER, de servicios agrícolas de Jujuy.

En Brasil se destaca, como uno de los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Respuestas a Desastres Naturales, el hecho de ampliar la red de observación de condiciones de tiempo y clima en el territorio nacional, que tiene como objetivo el mejor acompañamiento posible para los 821 municipios considerados prioritarios, por tener registros de ocurrencia de desastres naturales, como deslizamientos e inundaciones.

Antes del lanzamiento del Plan, en agosto de 2012, la red instalada de radares meteorológicos tenía 23 unidades en operación. Esta red está siendo ampliada con la adquisición por parte del Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Natura-

les (CEMADEN) y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de nueve radares con tecnología de última generación, los que serán instalados en regiones que no son monitoreadas actualmente por estos sistemas. La operación y mantenimiento de los radares será realizada por el CEMADEN, en cooperación con el Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA), el Instituto Mineiro de Gestión de Aguas (IGAM), la Universidad Federal de Alagoas (UFAL) y otras instituciones.

En la parte brasileña de la Cuenca del Plata la cobertura de radares meteorológicos tiende a ser completa y los mismos son operados por varias instituciones como el CEMADEN, DECEA, DAAE, Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) y la Universidad de San Pablo.

En Paraguay, la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) opera, a través de la Dirección de Meteorología e Hidrología, un radar meteorológico ubicado en Asunción. Existen planes de ampliar la red con un radar en el centro de la región oriental del país, a fin de obtener una mejor cobertura



Inundaciones sobre el río Paraguay.

ra regional. Esta iniciativa ayudaría a mejorar la cobertura de radares meteorológicos en la Cuenca del Plata, con miras a una integración regional de radares de Argentina, Brasil y Paraguay. La DINAC mantiene una fluida comunicación con la SSRH de Argentina y el SIMEPAR de Brasil en materia de sistemas de observación hidrológica y meteorológica, sentando las bases para un escenario futuro de ampliación e integración regional de la red de radares.

A nivel de la Cuenca del Plata, entre 2012 y 2015 se realizaron en el ámbito del Programa Marco, talleres sobre Sistemas de Alerta, Integración de Redes de Monitoreo y Radarización de la Cuenca del Plata, con vistas a la integración de los radares de Argentina, Brasil y Paraguay.

La posibilidad de ampliar la red de radares en la Cuenca del Plata y de su interconexión es un desafío que supone enormes beneficios para la mejora de los sistemas de alerta hidrometeorológica regional. La posibilidad de un radar meteorológico funcionando en el Uruguay, e integrado regionalmente, ayudaría a cerrar los espacios vacíos en las observaciones de radares meteorológicos en la Cuenca.

#### 1.5.1.5 Satélites meteorológicos

Con el objetivo de contar con datos actualizados de las condiciones meteorológicas que afectan grandes áreas y hacer el seguimiento y desarrollo de sistemas meteorológicos de escala sinóptica –precipitantes o no– que puedan aportar información para pronósticos y alertas, se está recurriendo en la Cuenca a obtener información procedente de satélites meteorológicos.

En la CdP son varias las fuentes de información que actualizan datos e imágenes cada 30 minutos. Los servicios meteorológicos

de la región procesan información del GOES-13, que está disponible en tiempo real. Varios son los tipos de imágenes disponibles en forma operativa durante todo el día (imagen infrarroja, imagen visible, topos nubosos y vapor de agua), todas ellas brindando información de utilidad para definir el estado de situación y pronóstico climático.

Productos procedentes de otros satélites, en general de órbita polar, están disponibles con el aporte de información complementaria, como agua precipitable e índices de inestabilidad.

#### 1.5.1.6 Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS)

WIGOS (Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM/WMO *Integrated Global Observing System*) es una propuesta integrada para mejorar y desarrollar el sistema de observación de la OMM. WIGOS fomentará la evolución ordenada de los actuales sistemas de observación (GOS, GAW, WHYCOS), operados por sus países miembro, en un sistema de observación integrado, inteligente y coordinado. Esto cubrirá los crecientes requerimientos de observación de los miembros de la OMM de manera sostenible, mejorando la coordinación de los sistemas de observación del organismo con aquellos de organizaciones internacionales asociadas.

WIGOS, apoyado por el Sistema de Información de la OMM (SIO), será la base para brindar observaciones y productos seguros, confiables y a tiempo real, relacionados con el tiempo, el clima, el agua y el medioambiente para todos sus miembros y programas.

Las autoridades de organismos de gestión de cuestiones meteorológicas e hidrológicas

de la Cuenca acordaron, en la XVI Reunión de la AR-III, OMM (Asunción, septiembre 2014), desarrollar en la CdP el programa WIGOS-SA/CP, cuyo principal objetivo “es servirse del WIGOS para crear una red hidrometeorológica homogénea en el sur de América del Sur, en la que participen los cinco países de la Cuenca y sus respectivos servicios meteorológicos e hidrológicos y organismos que se ocupan de cuestiones hídricas, el CIC y la OMM”.

WIGOS-SA-CP tiene, entre otros objetivos, los de ajustar las redes existentes, optimizar su distribución, expandir la red de radares, introducir procesos de control de calidad comunes e intercambiar mejores prácticas sobre observaciones.

En septiembre de 2015 se realizó en Brasilia el Tercer Taller sobre Redes Hidrometeorológicas de la Cuenca del Plata, en el cual participaron autoridades y técnicos de los servicios meteorológicos e hidrológicos y de los organismos de gestión de los recursos hídricos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, con el objetivo de establecer propuestas para el Programa de Acciones Estratégicas (PAE) y dar seguimiento al Programa WIGOS. Entre las conclusiones del Taller, cabe mencionar, entre otras, las siguientes propuestas para el PAE: definir redes hidrometeorológicas estratégicas básicas para la CdP con visión regional; recoger la experiencia positiva del antecedente del Proyecto Sistema Acuífero Guaraní y otros proyectos regionales; densificar la red de radares; promover el desarrollo de satélites geoestacionarios propios para aplicaciones hidrometeorológicas; crear Centros Regionales (virtuales) Hidrometeorológicos Aplicados, como factores de integración; definir protocolos unificados de intercambio de datos y promover instancias participativas de gestión integrada de recursos hídricos a nivel de subcuencas.

## 1.5.2 Sistemas de alerta y predicción hidroclimática

### 1.5.2.1 Por país y sistemas a nivel de Cuenca del Plata

Como se describió en los puntos anteriores, son varias las fuentes de información hidrometeorológica disponibles en la CdP. Además, son varias las instituciones que realizan el procesamiento de los datos en tiempo real, a fin de generar información a partir de los datos básicos y así obtener una secuencia hidroclimática, una predicción o un alerta.

Dado que los ejemplos en este terreno son múltiples, por cuestiones de practicidad se detallarán a continuación solo algunos ejemplos de productos que son generados por organismos de los distintos países de la CdP.

- **Argentina**

#### ***Servicio Meteorológico Nacional (SMN)***

Entre las funciones del SMN, se encuentra la de “realizar y difundir alertas meteorológicas ante situaciones meteorológicas que pongan en riesgo la vida o el patrimonio de los habitantes”. En la actualidad se producen para el territorio nacional alertas de cuatro tipos: (1) Preaviso de alerta, (2) Avisos a corto plazo, (3) Alerta y (4) Alertas por fenómenos persistentes.

El SMN brinda una gama de productos y servicios que, a modo de ejemplo, se citan los siguientes:

- *Monitoreo de precipitación por satélite:* se elaboran mapas de precipitaciones acumuladas en 10 días para el último mes y a nivel mensual para los últimos 12 meses, derivados de las estimaciones sate-

litales de precipitación provistas por la misión *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), un esfuerzo conjunto entre la NASA y la *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA).

- *Análisis de la precipitación acumulada y anomalías en la Cuenca del Plata:* se realiza un monitoreo y análisis de las componentes hidrometeorológicas para la CdP en su conjunto. Los productos elaborados corresponden a mapas de precipitación acumulada y anomalías de precipitación en 10 días para el último mes así como a nivel mensual para los últimos 12 meses, a partir de mediciones realizadas en estaciones meteorológicas de superficie.
- *Análisis de precipitación estimada y prevista a nivel de subcuencas de la Cuenca del Plata:* El SMN produce también gráficos con la frecuencia relativa porcentual de la precipitación estimada mediante información satelital (TRMM) en las distintas subcuencas de la CdP.

Para cada subcuenca se elaboran gráficos y se representan los valores de precipitación en forma de intervalos e indican la frecuencia relativa en términos de la cantidad de puntos dentro del dominio de dicha subcuenca con respecto al total de la misma, en los cuales se registra un valor de precipitación en un intervalo determinado. Este producto permite realizar en forma diaria un monitoreo del comportamiento de la precipitación acumulada en los últimos 10 días (década) para cada subcuenca. De esta forma, se representa en forma resumida la distribución de los valores de precipitación para los últimos diez días, focalizada en el área de interés.

Para complementar la información provista por los datos de satélite sobre la situación hídrica actual de cada subcuenca (desde el

punto de vista de la precipitación) se elaboran también histogramas de la cantidad de lluvia pronosticada por el Modelo ETA del SMN para los siguientes seis días (comenzando en un día determinado), para cada subcuenca. En este caso, el histograma representa la distribución de frecuencia relativa en forma porcentual de la precipitación pronosticada en las distintas subcuencas.

### **Instituto Nacional del Agua (INA)**

El INA es un organismo descentralizado dependiente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Es el responsable del desarrollo y la operación del Sistema de Información y Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata (SIyAH).

Los objetivos del SIyAH son: (1) Prever, con la mayor anticipación posible, eventos de inundación o de estiajes pronunciados; (2) Conocer en todo momento el estado de la cuenca y (3) Producir regularmente pronósticos hidrológicos en puntos de interés.

El SIyAH se apoya en la Red Hidrométrica Nacional (42 estaciones) y en una Red Hidrométrica Internacional (30 estaciones). En 2013, en coincidencia con el Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua, la Argentina encaró un proyecto de integración de redes, con la participación de entidades nacionales, provinciales, municipales, organizaciones de cuenca, universidades y empresas, que suman 3.067 estaciones hidrometeorológicas en total.

Los productos generados son públicos y disponibles a través de internet, e incluyen:

- Información hidrológica diaria del Sistema Cuenca del Plata.
- Posibles escenarios hidrológicos en la CdP para el próximo trimestre.

- Previsión a corto plazo de la precipitación.
- Modelación y pronóstico hidrológico de alturas del río Paraná.
- Productos derivados de sensores remotos.

Los pronósticos de altura del río Paraná en diferentes puntos del sector argentino, que en situaciones normales se realizan cada 5 y 10 días, en crecidas o bajantes significativas, se pronostican máximos o mínimos, respectivamente, con mayor frecuencia.

### **Programa ALERT.AR**

El programa ALERT.AR, financiado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Producción del Ministerio de Defensa, está siendo implementado desde el año 2014 por el SMN, el INTA y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con la finalidad de generar pronósticos meteorológicos capaces de determinar las condiciones ambientales para el desarrollo de eventos extremos con un alto impacto en la población y sus bienes.

El objetivo general del programa es desarrollar e implementar en el ámbito operacional múltiples herramientas de análisis de la información proveniente de sensores remotos y modelos numéricos, a fin de permitir tomar decisiones en tiempo real, que posibiliten mejorar el tiempo de respuesta de las alertas meteorológicas con el objeto de paliar las pérdidas humanas, económicas y sociales que generan las tormentas.

### **Otros sistemas**

En el marco de la CdP en Argentina se cuenta con otros sistemas de alerta para

subcuencas específicas, como el Sistema de Alerta del río Salado y el sistema de alerta temprana de la ciudad de Santa Fe.

- **Bolivia**

### **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**

Es la entidad rectora de las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y afines en el ámbito nacional, con representación internacional en su actividad. Como institución de ciencia y tecnología, presta servicios especializados para contribuir al desarrollo sostenible del Estado Boliviano, atendiendo los requerimientos de información en el ámbito nacional e internacional, participa en la vigilancia atmosférica mundial y coadyuva al sistema de Defensa Civil en la prevención de desastres.

Actualmente, la base de datos del SENAMHI cuenta con información de aproximadamente 1.000 estaciones meteorológicas distribuidas en todo el país, incluidas las pluviométricas. El tratamiento de datos se ha realizado de forma manual hasta 1984; posteriormente se utilizaron planillas electrónicas hasta que, en 1994, se implementó el programa CICLOM y, desde el año 2002, se utiliza el SISMET, un sistema de procesamiento de datos meteorológicos desarrollado localmente.

Respecto de la hidrología, se tiene información de 319 estaciones hidrológicas. En 1983 se introdujo el programa HYDROM para el tratamiento y almacenamiento de la información hidrométrica y el PLUVIOM para la información pluviométrica, ambos programas facilitados por el ORSTOM. Actualmente IRD 2002 HYDRACCES es el utilizado para el tratamiento de datos hidrológicos en el SENAMHI.

La red de estaciones hidrometeorológicas de Bolivia en la CdP cuenta actualmente con 165 estaciones, 142 meteorológicas y 23 hidrológicas.

Bolivia tiene experiencia en sistemas de alerta temprana, especialmente en los ríos de la cuenca amazónica, como el Beni, el Madre de Dios y en otros arroyos. El Programa de Gestión de Riesgos de Inundación en el Beni contempla la generación de un sistema para pronóstico hidrológico, el fortalecimiento de la red hidrométrica y el fortalecimiento en equipamiento técnico para el soporte de manejo de datos y del modelo.

#### ***Sistema Nacional Integrado de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres***

Este sistema de gestión de riesgos lo lleva adelante el Vice Ministerio de Defensa Civil

(VIDECI), que tiene como soporte el Sistema Nacional de Alerta Temprana de Desastres (SNATD) el cual, a su vez, tiene como soporte técnico la plataforma DEWETRA.

- **Brasil**

#### ***Centro de Predicción del Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC)***

Evolución mensual y estacional de las lluvias en Brasil: El conocimiento histórico de las lluvias mensuales o estacionales es uno de los productos más requeridos e importantes para caracterizar la distribución espacial y temporal de las lluvias observadas, de gran aplicación en sectores como emergencias, energía, agricultura o turismo, y también son la base para el pronóstico climático. El CPTEC pone a disponibilidad gráficos tipo boxplot o diagrama de



Inundaciones en Bolivia.

caja como un producto de monitoreo climático de lluvias mensuales y estacionales para 124 regiones del Brasil. Estos productos son generados utilizando una serie histórica de 30 años de datos de precipitación sobre el Brasil (1981-2010).

Por otra parte, utilizando un modelo de cooperación interinstitucional de varias instituciones del país, se realiza un análisis conjunto sobre la precipitación ocurrida en la subcuenca del río Grande, en el Alto Paraná, durante un año hidrológico.

### **Instituto Nacional de Meteorología (INMET)**

El INMET, en su portal de internet, ofrece la información de precipitación acumulada en los últimos días, presentando mapas de precipitación acumulada para todo el Brasil para períodos específicos recientes, con actualización diaria.

Entre otros productos climáticos, el INMET también pone a disposición productos probabilísticos de la precipitación acumulada trimestralmente, con actualización en tiempo real, para una cantidad de estaciones meteorológicas, incluyendo varias ubicadas en la CdP.

### **Agencia Nacional de Aguas (ANA)**

La ANA es la institución que implementa, controla y examina los instrumentos de gestión creados por la Política Nacional de Recursos Hídricos en Brasil. De esta forma su espectro de regulación sobrepasa los límites de las cuencas hidrográficas, pues alcanza aspectos institucionales relacionados con la regulación de los recursos hídricos en el ámbito nacional.

La ANA es el operador del Sistema Nacional de Informaciones sobre los Recursos

Hídricos (SNIRH), donde está disponible el Sistema de Monitoreo Hidrológico (telemétrico) entre otras fuentes de información. Algunos productos hidroclimáticos son generados por la ANA en colaboración con otras agencias; un ejemplo es la colaboración con el *Climate Prediction Center (CPC)* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* de Estados Unidos, en particular un análisis de la precipitación para las 12 regiones hidrológicas del Brasil.

### • Paraguay

### **Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)**

La Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), dependiente de la DINAC, es la encargada de la emisión de alertas de origen meteorológico, particularmente aquellas producidas por tormentas severas que generan situaciones riesgosas por lluvias intensas, fuertes vientos y caída de granizos. Una comunicación directa con la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN) permite activar un sistema de alerta a nivel nacional. La DMH cuenta con una red de estaciones meteorológicas convencionales y automáticas, un sistema de captura de imágenes de satélites meteorológicos y un radar meteorológico; además, ha reanudado las observaciones de radiosondeo en Asunción implementando el Sistema LEAS (*Leading Environmental Analysis and Display System*), que facilita el despliegue de datos e imágenes de sistemas de observación automáticos, radar y satélites.

Entre los desafíos y proyectos a corto plazo se encuentran la modernización de la red nacional de vigilancia de la atmósfera por medio de la implementación de estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con transmisión sateli-

tal y GPRS, la implementación de un nuevo Radar Meteorológico en el este de la Región Oriental, la implementación de un sistema de Radiosonda en Mariscal Estigarribia, la implementación de los servicios climáticos y la incorporación de recursos humanos calificados.

Otro desafío para la DMH es el fortalecimiento de la hidrología operativa en el Paraguay, ya que en la actualidad presenta debilidades tales como una red hidrométrica de baja densidad y heterogéneamente distribuida, una dramática carencia de mediciones de caudal y una deficiente coordinación de las actividades en el campo de la hidrología operativa, las cuales son actualmente sectoriales. En consecuencia, en el fortalecimiento del sector se plantea avanzar en el conocimiento y pronóstico de inundaciones y sequías, estudiar la disponibilidad y calidad del agua en diferentes cuencas para los distintos usos, la administración de operaciones de dragado para navegación y la participación del país en los programas regionales e internacionales sobre la protección del ambiente y el cambio climático.

La DMH dispone en su portal el comportamiento diario del río Paraguay comparando con situaciones extremas de inundaciones y estiajes.

#### **Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP)**

En Paraguay, las observaciones hidrológicas, particularmente de altura hidrométrica diaria, son realizadas por este organismo en coordinación con la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada Paraguaya, para lo cual dispone de varios puntos de medición sobre el tramo paraguayo del río Paraguay y también en el tramo fronterizo. Estas obser-

vaciones, permanentemente comparadas con el comportamiento medio y con los extremos observados en el pasado, son una herramienta muy útil para la emisión de alertas hidrológicas. La ANNP también coordina actividades con la DINAC para la emisión de alertas hidroclimáticas en forma conjunta. Un caso particular acontece en momentos de inundaciones del río Paraguay, que afectan a varias ciudades ribereñas, que requieren de un monitoreo permanente acerca de la evolución de fenómenos, como el de El Niño, normalmente asociado con extremos de precipitación estacional. Operativamente, la DINAC procesa los datos diarios de nivel del río Paraguay en forma conjunta con la ANNP y lleva adelante un análisis hidroclimático del río Paraguay en situaciones de fases definidas del ENOS.

- **Uruguay**

#### **Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET)**

Los servicios climáticos en Uruguay son diversos; a modo de ejemplo, el INUMET elabora valores mensuales de precipitación acumulada y su anomalía correspondiente, utilizando todos los pluviómetros que constituyen la Red Pluviométrica Nacional.

#### **Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)**

El INIA también realiza análisis pluviométrico con fines agrícolas, representando la precipitación estacional y sus correspondientes anomalías, utilizando como base de datos 75 estaciones meteorológicas del INUMET y 5 estaciones propias.

El INIA difunde un Balance Hídrico de suelos, calculado en base a la precipitación y cálculos de evapotranspiración y estado

de humedad del suelo, obteniendo de esta manera un índice de bienestar hídrico para 10 días y mensual, con datos de 84 estaciones meteorológicas.

### ***UdelaR–DINAGUA–SINAE***

Uruguay cuenta con el Sistema Nacional de Emergencias (SINAE), que es la instancia específica y permanente de coordinación de las instituciones públicas para la gestión integral del riesgo de desastres. Intervienen, entre otras instituciones, la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA), el INUMET y la Universidad de la República (UDELAR). A nivel de los departamentos, se han constituido Comités Departamentales de Emergencias.

El departamento Durazno ha implementado un Sistema de Alerta Temprana de Inundación (SAT). Este sistema se basa en un modelo hidrológico-hidrodinámico en un área de 8.750 km<sup>2</sup>, utilizando como entrada datos de precipitación en tiempo real y pronósticos de precipitación y viento, así como datos de topografía, suelos, geología y usos del suelo. Los resultados del modelo dan el nivel de alerta de inundación de la ciudad de Durazno en la escala de Alto, Medio y Bajo, con gráficos de 20 días (10 pasados y 10 futuros) de niveles diarios del río Yí frente a la ciudad.

La XII Reunión del Grupo de Trabajo sobre Hidrología y Recursos Hídricos de la AR-III de la OMM, realizada en Uruguay en marzo de 2014, resolvió apoyar la propuesta del país para extender este sistema a las ciudades de Artigas y Quaraí, situadas a ambos lados del río binacional Cuareim/Quaraí, compartido con Brasil, y a la ciudad de Treinta y Tres, en la cuenca del río Olimar, subcuenca de la también binacional uruguayo-brasileña laguna Merín.

## **1.5.2.2 Foros y servicios climáticos en el marco de la OMM**

### **• Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS)**

El Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS) es una organización virtual, constituida en forma de red, según los principios definidos por la OMM. Se encuentra en su fase inicial de implementación y ofrece servicios climáticos en apoyo a los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales y a otros usuarios de los países situados en la región sur del continente.

El CRC-SAS tiene la siguiente organización: Argentina y Brasil son los países responsables; Paraguay y Uruguay son países miembro, mientras que Bolivia y Chile son países asociados. Las instituciones colaboradoras son las siguientes: por Argentina, el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires, el Centro Nacional Patagónico, el CIMA del CONICET y el INTA; por Brasil, el Centro de Predicción de Tiempo y Estudios Climáticos y el SIMEPAR.

El Comité Ejecutivo está integrado por los directores de los servicios meteorológicos y cuenta con los siguientes Grupos de Trabajo: Gestión de datos, desarrollo y producción de productos; Infraestructura de tecnologías de la información, diseño y mantenimiento web; Entrenamiento y desarrollo de capacidades; Actividades de investigación asociadas, incluyendo mecanismos de interfaz con los usuarios.

En lo que respecta a la Red de Estaciones Meteorológicas del CRC-SAS, los países se comprometen a aportar datos de un número de estaciones convencionales definidas, totalizando 313 estaciones me-

Tabla 1.5.2.2.1

### Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS)

Red de estaciones meteorológicas CRC-SAS	
País	Estaciones meteorológicas
Argentina	164 (*)
Bolivia	31
Brasil	83
Paraguay	23
Uruguay	10
Chile	16
<b>Total</b>	<b>313</b>

(\*) 124 SMN, 40 INTA.

teorológicas (Tabla 1.5.2.2.1). El control de calidad cuenta con un *superset* de controles en la literatura y usados en la región, implementados en R (software abierto y libre) y se prevén fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para entrenar personal de los servicios de los países miembros de CRC-SAS.

- **Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC)**

Los participantes de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima, realizada en Ginebra en 2009, decidieron por unanimidad establecer el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC), una iniciativa de las Naciones Unidas encabezada por la OMM, con el fin de orientar la elaboración y aplicación de información y servicios climáticos basados en conocimientos científicos para apoyar la toma de decisiones en sectores sensibles al clima. Las áreas prio-

ritarias para el MMSC son cuatro: agricultura y seguridad alimentaria, reducción de riesgos de desastres, salud y agua.

La visión del MMSC consiste en permitir a la sociedad una mejor gestión de los riesgos; el desarrollo y la incorporación de la información y la predicción climática con bases científicas en la planificación, decisión y prácticas a escala global, regional y local que brindan oportunidades de adaptación al cambio y a la variabilidad del clima. La plataforma de interfaz de usuario es el pilar del Marco que proporciona a los usuarios (gobierno, sector privado, etc.), climatólogos y proveedores de datos e información climática una estructura para interactuar a todos los niveles.

A nivel regional será posible establecer sinergias para el desarrollo y la creación de capacidades que, posiblemente, no estén al alcance de los recursos individuales de algunos países. En la CdP, el CRC-SAS podría ayudar al fortalecimiento de capacidades de colaboración regional y subregional, detectar las necesidades de los usuarios, identificar unidades de investigación y generación de productos que colaboren en las actividades y brindar apoyo a los proyectos en ejecución. La prestación de servicios climáticos se lleva a cabo a nivel nacional y subnacional/local, como así también a nivel supranacional. En este sentido, quizás sea necesario reforzar la capacidad de los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales y de otros organismos que puedan colaborar en el establecimiento de estos servicios, aprovechando al máximo las capacidades existentes y evitando duplicidades.

#### 1.5.2.3 Predicciones numéricas climáticas con fines hidrológicos

La estimación de precipitación que puede ocurrir a corto o mediano plazo es de inte-

rés para fines hidrológicos. En este sentido, el resultado de los modelos de Predicción Numérica del Tiempo puede ser muy útil, más aún en situaciones particulares extremas de inundaciones o sequías. En este sentido, son varios los organismos en la CdP que cuentan con modelos operacionales, por ejemplo:

- El INMET de Brasil corre modelos de alta de resolución como el MBR 10km, COSMO 2,8km y COSMO 7km.
- El CPTEC de Brasil corre varios modelos meteorológicos en forma operativa, entre ellos, el BRAMS 5km, ETA 15km, ETA Ensamble 40km.
- El SMN de Argentina corre el modelo ETA 40km.

## 1.6. Marco legal institucional

### 1.6.1 Sistema de la Cuenca del Plata

El Sistema de la Cuenca del Plata está formado por el Tratado de la Cuenca del Plata, la Reunión de Ministros de Relaciones Exteriores de los países de la Cuenca del Plata y por los órganos permanentes: el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC), el Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná (CIH) y el Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA).

El Tratado de la Cuenca del Plata (TCP), integrado por 8 artículos, entró en vigor en 1970. En el Preámbulo son definidos los objetivos del Tratado, entre otros: (i) permitir el desarrollo armónico y equilibrado así como el aprovechamiento de los recursos de la región y asegurar su preservación para las generaciones futuras a través de la utilización racional de esos recursos, (ii) afianzar la institucionalización del Sistema de la Cuenca del Plata.

Es de remarcar el Artículo 1 del TCP, donde se destaca la búsqueda de un mejor y más racional aprovechamiento de los recursos hídricos y de su desarrollo sustentable, según el siguiente detalle:

“Las Partes Contratantes convienen en mancomunar esfuerzos con el objeto de promover el desarrollo armónico y la integración física de la Cuenca del Plata y de sus áreas de influencia directa y ponderable. A tal fin, promoverán en el ámbito de la Cuenca, la identificación de áreas de interés común y la realización de estudios, programas y obras, así como la formulación de entendimientos operativos e instrumentos jurídicos que estimen necesarios y que propendan a:

- a. La facilitación y asistencia en materia de navegación.
- b. La utilización racional del recurso agua, especialmente a través de la regulación de los cursos de agua y su aprovechamiento múltiple y equitativo.
- c. La preservación y el fomento de la vida animal y vegetal.
- d. El perfeccionamiento de las interconexiones viales, ferroviarias, fluviales, aéreas, eléctricas, y de telecomunicaciones.
- e. La complementación regional mediante la promoción y radicación de industrias de interés para el desarrollo de la Cuenca.
- f. La complementación económica del área limítrofe.
- g. La cooperación mutua en materia de educación, sanidad y lucha contra las enfermedades.
- h. La promoción de otros proyectos de interés común y en especial aquellos que tengan relación con el inventario, evaluación y el aprovechamiento de los recursos naturales del área.
- i. El conocimiento integral de la Cuenca del Plata”.

El TCP estableció las bases de la estructura de gestión de la Cuenca. Determinó la Reunión Anual de Ministros de Relaciones Exteriores (Artículo 2), que fue sugerido por el CIC, con el fin de elaborar directrices básicas comunes para la revisión y evaluación de los resultados, promover las consultas sobre las acciones de sus gobiernos en el desarrollo integrado de acciones multinacionales en la Cuenca y la acción directa del CIC.

### Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

El CIC fue creado en febrero de 1967, durante la Primera Reunión de Cancilleres de la CdP, oportunidad en la cual los Gobiernos partícipes acordaron efectuar un estudio conjunto e integral del área, con miras a la realización de obras multinacionales, bilaterales y nacionales destinadas al progreso y desarrollo de la región.

De acuerdo con el TCP suscripto (Artículo 3), el CIC pasó a ser el órgano permanente de la Cuenca, “...encargado de promover, coordinar y seguir la marcha de las acciones multinacionales que tengan por objeto el desarrollo integrado de la Cuenca del Plata, de la asistencia técnica y financiera que organice con el apoyo de los organismos internacionales que estime conveniente, y de ejecutar las decisiones que adopten los Ministerios de Relaciones Exteriores”.

Desde su creación, el CIC se ha concentrado en áreas de interés común de los cinco países, facilitando la realización de estudios, programas y obras de infraestructura, en temas de hidrología, recursos naturales, transporte y navegación, suelos y energía. En particular, fue importante el estudio comprensivo de los recursos naturales de la CdP realizado por la Organización de los Estados Americanos (OEA), en la década del 70, que permitió orientar acciones de los países hacia el aprovechamiento de potencialidades de energía y transporte y, por los cuales, se registraron zonas ambientalmente críticas, como las subcuencas de los ríos Pilcomayo y Bermejo –caracterizadas por los mayores índices mundiales de erosión y transporte de sedimentos– y la subcuenca del Alto Paraguay–Pantanal, por el valor de su ecosistema de humedales y su rol clave para la regulación hídrica del conjunto de la CdP.



Reunión Técnica con expertos de los 5 países.  
Sao Jose dos Campos 2011.

La necesidad de contar con una capacidad técnica de gestión en la CdP fue reconocida en diciembre de 2001, en los acuerdos de la reunión de Cancilleres de la Cuenca realizada en Montevideo, la que aprobó un nuevo Estatuto para el CIC. Este incorpora dos representantes por cada país, uno político, con autoridad plenipotenciaria, y un segundo representante, de carácter técnico. Los representantes técnicos de los países constituyen la Unidad de Proyectos del Sistema de la Cuenca del Plata. A esta Unidad de Proyectos se le encargó la preparación de un Plan de Acción -el que fue aprobado por el CIC- y tomó para sí la iniciativa de preparar, con el apoyo del GEF-PNUMA-SG/OEA, el *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*. En este ámbito se consolida en 2016 este Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) actualizado y el Programa de Acciones Estratégicas (PAE) de la Cuenca del Plata, con vistas a su implementación como una etapa futura.

Paralelamente el CIC ha ido suscribiendo convenios de colaboración con diver-

sas instituciones, entre los que cabe mencionar el acuerdo firmado en 2000 con la OMM, en materia de Alerta Hidrológica y Calidad del Agua.

### **Otros organismos y proyectos en la Cuenca del Plata**

Además del CIC, en el marco del TCP se han integrado y suscripto una serie de acuerdos complementarios que llevaron a la creación de distintas instituciones y agencias con competencias específicas en la Cuenca, tales como FONPLATA, su instrumento financiero, y el CIH, encargado de la Hidrovía Paraguay-Paraná. El Tratado reconoce, además, la posibilidad de otros acuerdos binacionales o trinacionales independientes para atender temas de interés específico de sus miembros, dando lugar al establecimiento de los organismos que se detallan en el *Capítulo 3*.

Asimismo, la institucionalidad para la integración regional se fortaleció luego con el Tratado de Asunción, que creó el Mercosur en 1995, destinado a incentivar el comercio intrarregional e internacional de los países que lo integran.





# Capítulo 2:

## Variabilidad y cambio climático en la Cuenca del Plata

### 2.1 Sistemas y procesos dominantes

Con el fin de considerar los efectos de la variabilidad y el cambio climático asociados con la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca del Plata, se establecieron escenarios de variabilidad climática (situación actual y tendencia inmediata) y se consideraron también los escenarios de cambio climático del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).

#### 2.1.1 Variabilidad climática

La parte tropical y subtropical de América del Sur está caracterizada por el Monzón Sudamericano, sistema de circulación atmosférica estacional en América del Sur y océanos adyacentes, condicionado por la radiación solar estacional, que tiene una marcada influencia en el régimen hidroclimático de la CdP, siendo una de sus características principales el bien definido ciclo anual de la precipitación en la mayor parte de la Cuenca, con máximos en verano y mínimos en invierno.

No obstante, esta estacionalidad es más acentuada en las subcuencas del Paraguay

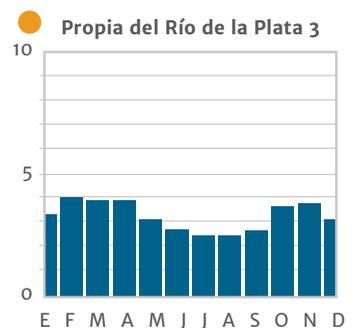
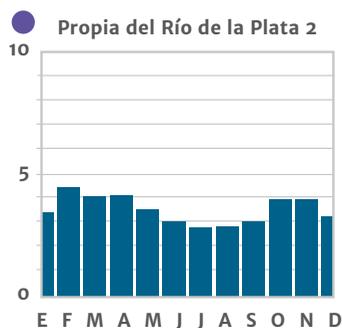
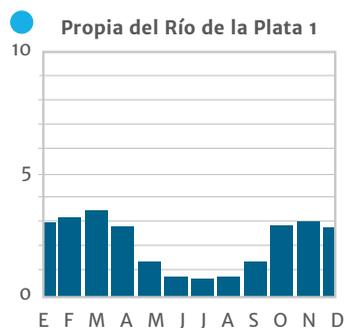
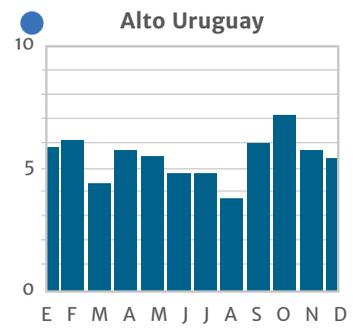
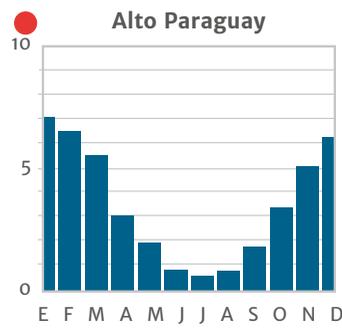
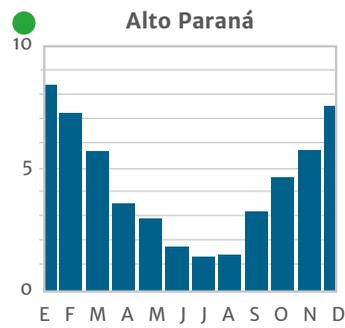
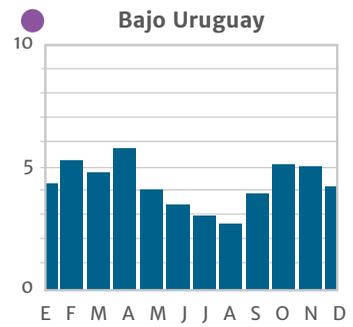
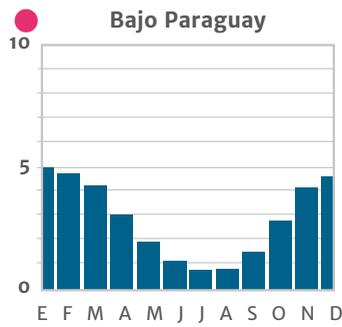
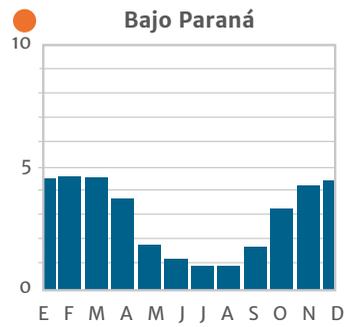
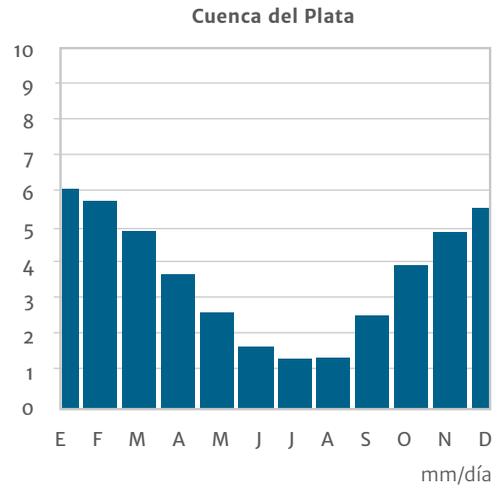
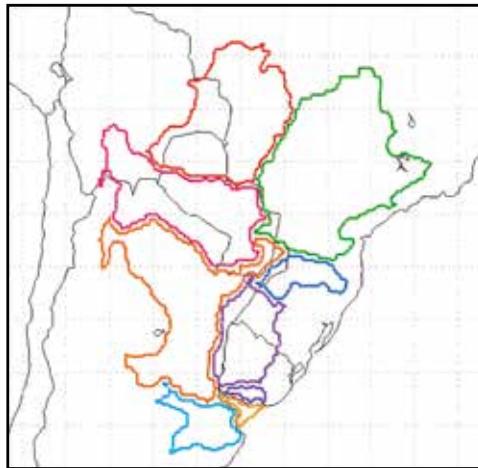
y en las subcuencas del Paraná, atenuándose un poco en las subcuencas del Uruguay y en la subcuenca propia del Río de la Plata (Figura 2.1.1.1). La precipitación total anual es muy variable en la Cuenca, aumentando de oeste a este, con mayor precipitación en las subcuencas del Uruguay y Alto Paraná, con núcleos que sobrepasan los 2500 mm, mientras que la zona más seca es la parte del Gran Chaco Americano, con núcleos inferiores a 600 mm.

Durante la primavera y el verano austral las lluvias del sudeste de Sudamérica están controladas por la actividad en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) –una banda de intensa actividad convectiva que se extiende desde el sur del Amazonas hasta el sudeste de Brasil y el Océano Atlántico– así como por la variabilidad en la posición del Jet de Capas Bajas de Sudamérica (SALLJ, por su sigla en inglés).

El origen de este Jet está asociado a los vientos Alisios que soplan desde el Océano Atlántico Tropical, cargados de humedad, que invaden el Amazonas depositando allí la humedad, que es devuelta a la atmósfera por evapotranspiración y, desde allí es transportada hacia el sur por el SALLJ. Este

Figura 2.1.1.1

**Precipitación climatológica en la Cuenca del Plata (1973-2013)**



se localiza en las capas más bajas de la atmósfera y se extiende hasta una altitud de 3 km; viaja con una velocidad que puede alcanzar 50 km/h, con aire cargado de humedad que, al ingresar a la CdP, interactúa con otras masas de aire o frentes fríos que provienen del sur del continente, produciendo frontogénesis o Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) que producen lluvias importantes en la región (Figura 2.1.1.2).

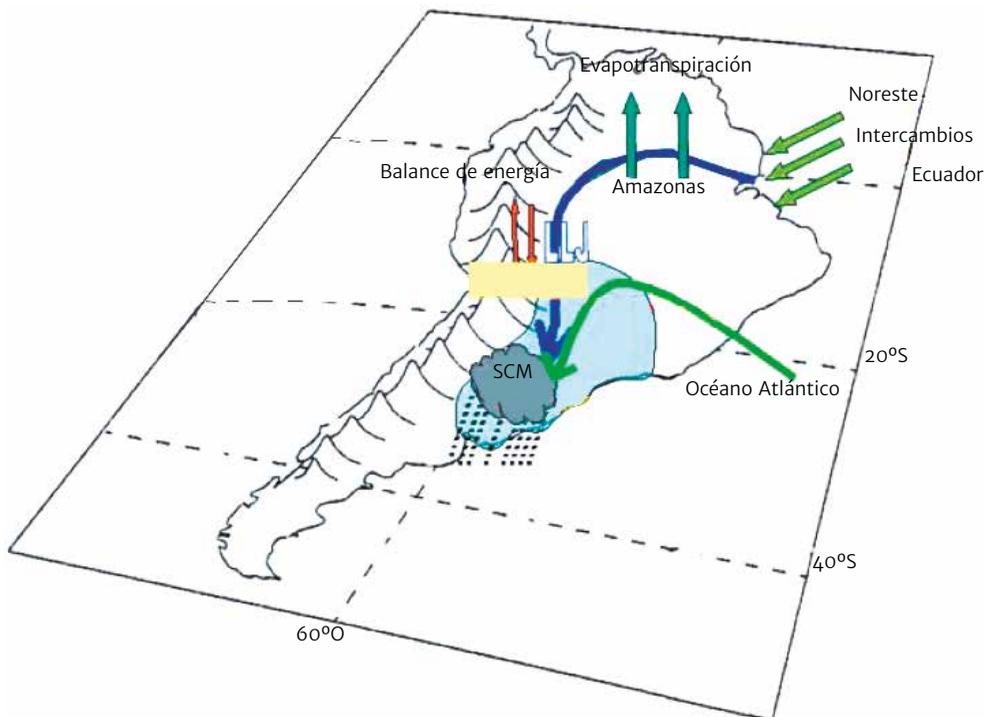
Los aumentos sistemáticos de precipitación y escorrentía desde mediados de la década del 70 son consistentes con el aumento de la intensidad y la frecuencia de los eventos SALLJ, lo que aparentemente es corroborado por las observaciones que indican eventos extremos más frecuentes de lluvia en la CdP, que han aumentado en los últimos 30 años.

El desarrollo de eventos de El Niño y La Niña, asociados con variaciones en la temperatura superficial del Océano Pacífico ecuatorial, tiene efectos marcados en el clima de gran parte de la CdP, especialmente en la escala de tiempo interanual, afectando la variabilidad de la lluvia. En años Niño se han observado precipitaciones y escorrentías intensas, como en 1982-1983 y 1997-1998. También se han observado precipitaciones intensas durante años Niño neutros, asociados con otros forzantes como situaciones de bloqueo, intensificación de sistemas sinópticos o sistemas de mesoescala. En años Niña se ha observado una tendencia a situaciones de déficit pluviométrico o sequía.

La relación de la precipitación con eventos Niño y Niña es un predictor del régimen de lluvia para los próximos meses, dado que su

Figura 2.1.1.2

**Modelo conceptual del Jet de Bajo Nivel al este de los Andes**



evolución puede ser pronosticada con meses de antelación.

Algunos de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016b y PM, 2016c) han evidenciado cambios y tendencias significativas en la precipitación y en los caudales en la CdP. En el punto 1.4.1.2., *Agua superficiales/Proyecciones de caudales para escenarios climáticos determinados*, de este documento, se describen las tendencias en los caudales de los principales ríos de la Cuenca. En la **Figura 2.1.1.3** puede observarse la tendencia positiva en los caudales medios anuales para los ríos Uruguay y Paraná desde la década de 1950. La deforestación y los cambios en el uso del suelo como resultado de las actividades humanas en la Cuenca aumentaron rápidamente en los últimos 60 años y hay evidencias de que estas acciones antrópicas modifican las características termodinámicas de la baja atmósfera. Estos cambios son el resultado de complejas interacciones entre la atmósfera, la hidrología, la vegetación y el manejo de los recursos agua y suelo.

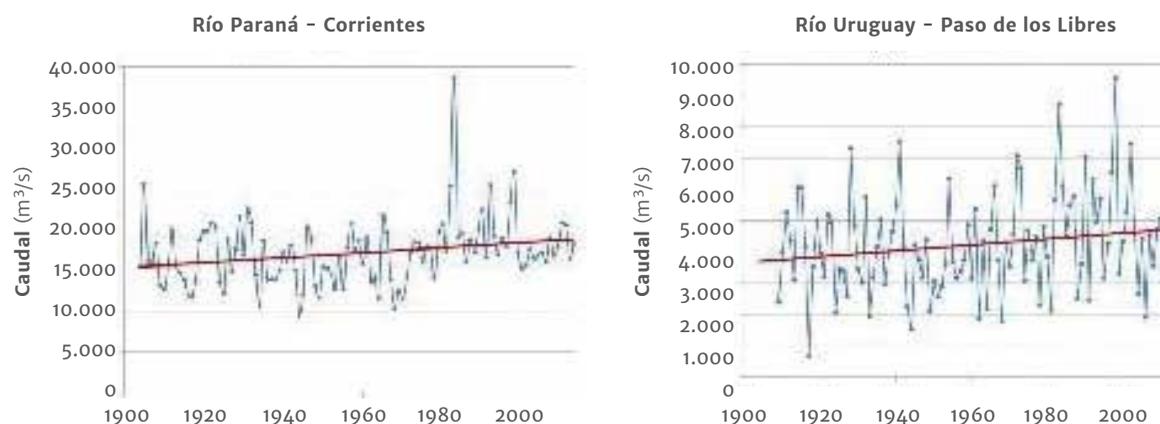
Entre los cambios detectados se encuentran los incrementos en las precipitaciones y en

el caudal de los ríos, además de modificaciones en la circulación atmosférica de superficie y en las temperaturas extremas que podrían estar vinculadas con el cambio climático. Existen evidencias de que cambios en el uso de suelo pudieron haber contribuido al aumento del caudal medio del río Paraná desde 1970, lo que se asocia a cambios experimentados en el uso del suelo en grandes extensiones. Si, por un lado, la CdP ha experimentado eventos de precipitación cada vez con mayor frecuencia e intensidad, por otro lado se ha observado en el centro y norte de la Cuenca una tendencia al retraso en el inicio de la primavera austral o un aumento en la extensión de la estación seca. Se resalta que a lo largo de la segunda mitad del siglo XX los meses secos aumentaron en torno a 1 a 2 meses, tal como refleja el diagrama de Hovmüller sobre un área en la parte norte de la Cuenca (**Figura 2.1.1.4**).

Entre el otoño y la primavera, es frecuente en la CdP la incursión de ciclones extratropicales, los cuales son responsables de gran parte de la precipitación. En particular, durante la estación invernal, son causantes de las lluvias en la parte oriental

**Figura 2.1.1.3**

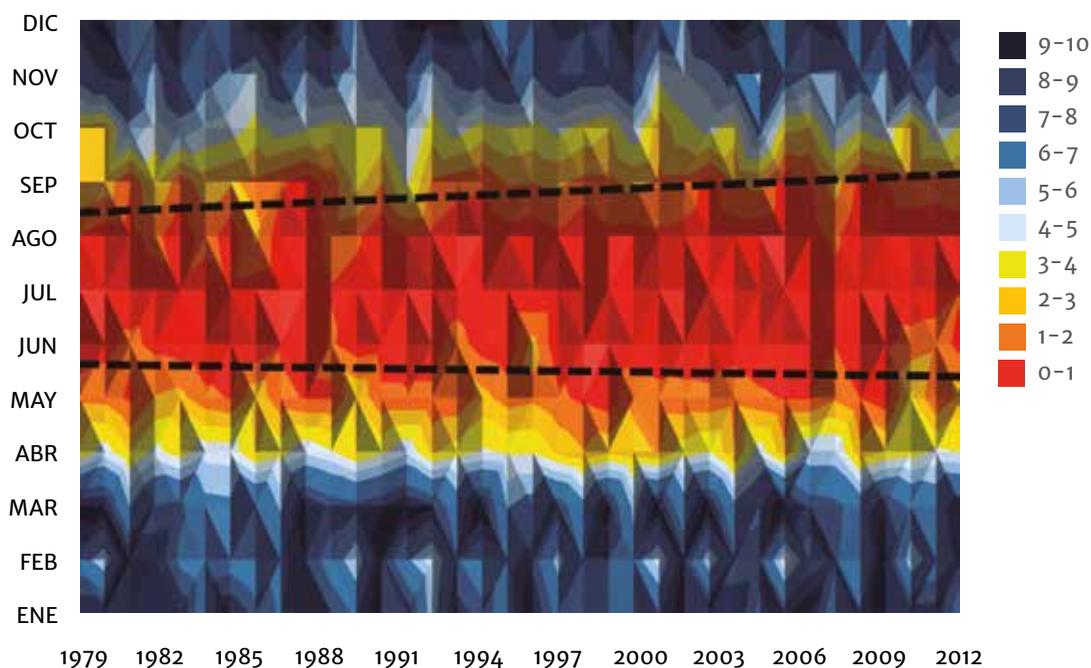
### Caudales medios anuales para los ríos Uruguay y Paraná



Río Paraná en Corrientes (1904-2013) y río Uruguay en Paso de los Libres (1909-2013).

Figura 2.1.1.4

## Diagrama de Hovmüller para un área de la parte norte de la Cuenca



de la Cuenca, en las subcuencas Uruguay y Bajo Paraná y en la subcuenca propia del Río de la Plata, coincidiendo además con la reducción de la precipitación en la subcuenca del Paraguay.

Estos sistemas meteorológicos de latitudes medias transportan estas masas de aire con temperaturas bajas y poco contenido de humedad, producen un marcado descenso de la temperatura sobre la Cuenca, ocasionado heladas en la parte central y sur entre los meses de junio y julio. Esta característica climática invernal se observa en el ciclo anual de la marcha de la temperatura del aire. En la **Figura 2.1.1.5** puede observarse la característica típica de una onda simple con marcada amplitud térmica anual, en las que las subcuencas Alto Paraguay y Alto Paraná son más cálidas en comparación con la subcuenca propia del Río de la Plata.

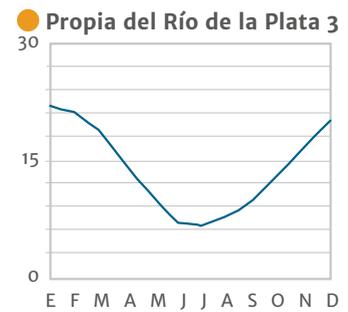
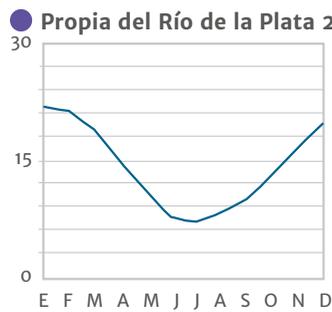
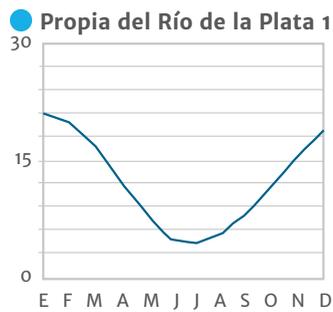
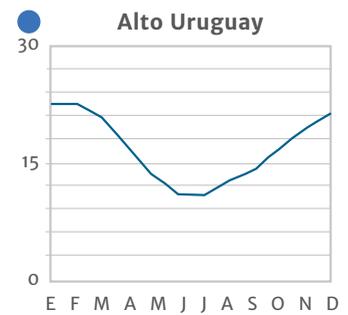
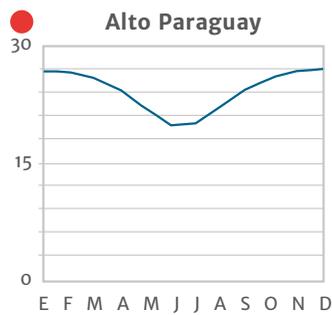
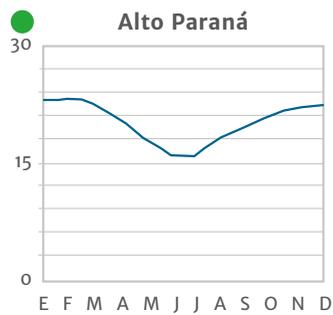
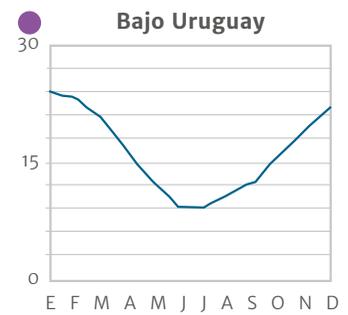
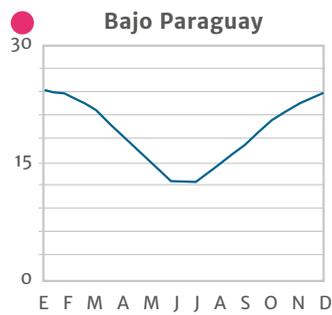
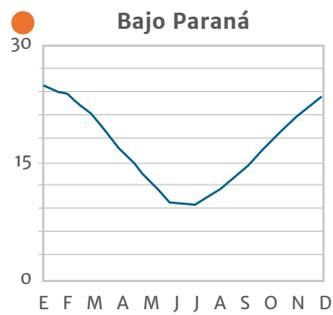
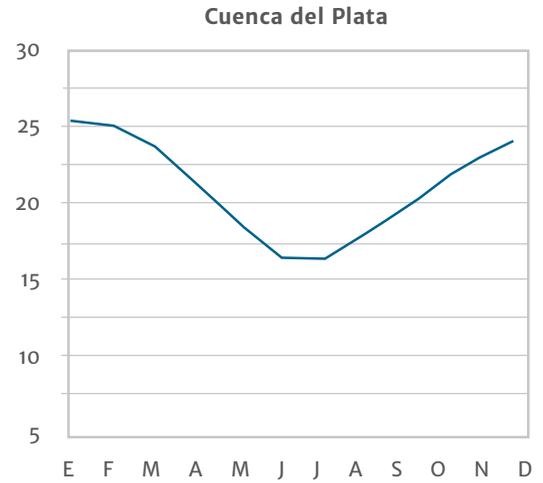
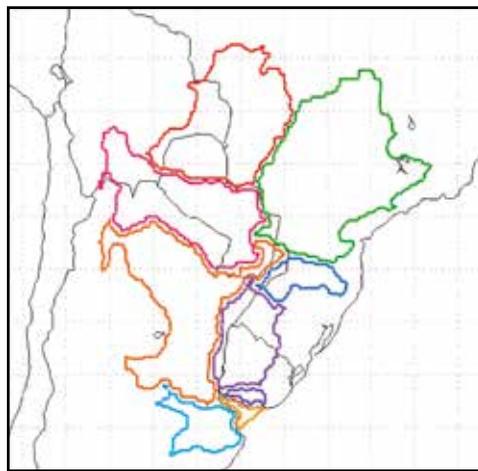
### 2.1.2 Cambio climático

La OMM ha confirmado que el año 2015 fue el más cálido desde mediados del siglo XIX, desde que se dispone de mediciones de temperaturas. Efectivamente, en 2015, la temperatura media global en superficie batió todos los records anteriores por un margen sorprendentemente alto, con  $0,76 \pm 0,1^\circ\text{C}$  por encima de la media del período 1961-1990. Por primera vez, se alcanzaron temperaturas que superaban aproximadamente en  $1^\circ\text{C}$  las de la era preindustrial, según un análisis consolidado de la OMM.

Según los científicos de la NOAA, la temperatura promedio global sobre superficies terrestres y oceánicas del 2015 fue la más alta desde el comienzo de los registros en 1880. La desviación de la temperatura global de la superficie de la tierra y el océano

Figura 2.1.1.5

**Temperatura media climatológica de la Cuenca del Plata y de sus subcuencas (1961–1990)**



en diciembre 2015 fue la más alta en el registro de 136 años. La temperatura global de 2015 fue fuertemente influenciada por las condiciones de un fuerte Niño desarrollado en ese año y que continúa en 2016, con alta probabilidad de hacer de este último año el más caliente de la historia, superando incluso a 2015. Según la NOAA, la temperatura de 2015 fue 0,90°C superior a la media de 1880-2015, superando ampliamente al anterior record registrado en 2014.

En la CdP se observó, durante 2015, en un promedio aproximado, una temperatura mayor a la media de 1961-90, entre 0,5°C y 1,5°C, superando el promedio global de la OMM. Esta anomalía observada en 2015 no resulta ser un hecho aislado ya que, desde hace décadas, las observaciones meteorológicas en la Cuenca muestran un aumento constante de la temperatura del aire en muchas localidades de la región.

El IPCC, en su último informe, menciona que la temperatura media de la atmósfera había aumentado en 0,85°C en el siglo XX y en los primeros años del siglo XXI. Los modelos globales del IPCC han mostrado que entre 1900 y 2100 la temperatura global podría aumentar entre 1,8°C y 5,3°C, lo que representa un calentamiento mucho más rápido que el detectado en el siglo XX y que, aparentemente, no tiene antecedentes por lo menos en los últimos 10.000 años.

Las herramientas comúnmente utilizadas para evaluar el clima actual y realizar proyecciones climáticas son los Modelos del Clima Globales Atmosféricos (GCM) o Globales Acoplados Océano-Atmósfera (AOGCM). No obstante, la resolución horizontal atmosférica utilizada por estos modelos no es suficiente para describir el clima en regiones dominadas por fenómenos que ocurren en una escala menor. Es por ello que la técnica de regionalización es útil para me-

jorar la información de los modelos globales. El *downscaling* utilizando modelos climáticos regionales (*Regional Climatic Models-RCM*), posee la atribución de ser una herramienta muy útil para generar escenarios de cambio climático en alta resolución para uso en estudios de impactos climáticos y adaptación al cambio climático. El *downscaling* dinámico se refiere a un modelo RCM anidado en un modelo AOGCM, este último provee las condiciones iniciales y de contorno meteorológico y el RCM genera simulaciones de alta resolución.

No obstante, existen fuentes de incertidumbres en el modelaje del clima, como por ejemplo:

1. Incertidumbre sobre las emisiones futuras de los gases de efecto invernadero (GEI) y los aerosoles, sobre la actividad volcánica y solar que afectan el forzamiento radiativo del sistema climático.
2. Incertidumbre sobre los efectos directos del aumento de la concentración de los GEI en las plantas, y de éstas en el clima futuro.
3. Incertidumbre debido al conocimiento incompleto en el funcionamiento del clima, lo cual se refleja en las aproximaciones utilizadas en los modelos climáticos para representar procesos físicos.
4. Variabilidad natural del clima.

Por lo tanto, la respuesta de un modelo raramente considera la amplia gama de incertidumbres en las proyecciones del clima. Una inadecuada elección de los escenarios puede comprometer la interpretación de los resultados de estudios de impacto.

Es decir, que las proyecciones de eventos extremos de los modelos climáticos tie-

nen aún una amplia componente de incertidumbre. Aun así, el conocimiento de la variabilidad observada en el clima, en las escalas de tiempo más extensas posibles, sirve de base para analizar el clima futuro, intentando así separar la variabilidad natural observada de aquella que es consecuencia de la acción antrópica.

### 2.1.2.1 Proyecciones con modelos climáticos

#### **Escenarios de Cambio Climático**

Para la región, el CPTEC ha realizado simulaciones con el modelo climático regional ETA, con resoluciones de 10km y 20km, para el escenario RCP 4.5 (*Representative Concentration Pathways 4.5*) (moderado), para el período 1960-2100, con el objetivo de evaluar situaciones de posibles cambios climáticos (PM, 2016b).

El CPTEC realizó dos simulaciones, la primera del ETA-20km y la segunda con resolución de 10km, integrado con las condiciones iniciales y de contorno del modelo ETA-20km, que utilizó las condiciones de borde del modelo global HadGEM2-ES.

Para las emisiones de CO<sub>2</sub> se han utilizado los nuevos escenarios RCP, que están definidos por el nivel de estabilización que alcanza en el siglo XXI el valor de la forzante radiativa (RF) de los gases de efecto invernadero. En la **Figura 2.1.2.1.1** puede observarse los cuatro escenarios RCP.

La metodología utilizada consiste en la integración del modelo ETA para los períodos 1960-1990, 2006-2040, 2040-2070 y 2070-2099, y los períodos analizados fueron 1961-1990, considerado como “clima presente” y 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099, considerados como “climas futuros”. La escala temporal utilizada fue la estacional (DEF,

MAM, JJA y SON). La verificación de las características climatológicas del modelo para el clima presente (1961-1990) fue hecha en base a datos de la CRU (*Climatic Research Unit*), mientras que los climas futuros resultados de la simulación (2011-2099) fueron comparados con el clima presente.

Debe remarcarse que los estudios realizados (PM, 2016c) han tomado en cuenta los resultados de un solo modelo –el modelo regional ETA– adaptado para simulaciones climáticas por el CPTEC-INPE de Brasil. Ello ha permitido contar con resultados regionales a partir de los escenarios establecidos por el IPCC y trasladarlos a otros indicadores tales como riesgo, caudales, humedad de suelo y erodabilidad. No obstante ello, este enfoque posee limitaciones, ya que a la luz de las incertidumbres actuales de los modelos climáticos globales, lo más aconsejable para el manejo de escenarios futuros es emplear un conjunto de modelos, para así considerar luego el “ensamble” de resultados. Esta alternativa, más elaborada, conduciría a conclusiones más representativas considerando el desarrollo actual del conocimiento en materia de GCM.

#### **Síntesis de los resultados del ETA en la Cuenca del Plata**

*Análisis del clima presente:* Un indicador importante es que el clima presente (1961-1990) del modelo reproduzca climatológicamente la distribución espacial y temporal de las variables climatológicas y estén de acuerdo con los resultados de las observaciones utilizadas.

Las precipitaciones mensuales del período 1961-1990 para distintas áreas de la CdP son resultado del modelo y datos CRU. Las precipitaciones estacionales en general fueron reproducidas aceptablemente, con una tendencia a subestimar la precipitación en ve-

rano en la zona de la ZCAS (Alto Paraguay y Alto Paraná), mientras que en invierno y primavera la tendencia es a sobreestimar la precipitación en el sureste de la cuenca (Alto Paraná y Alto Uruguay).

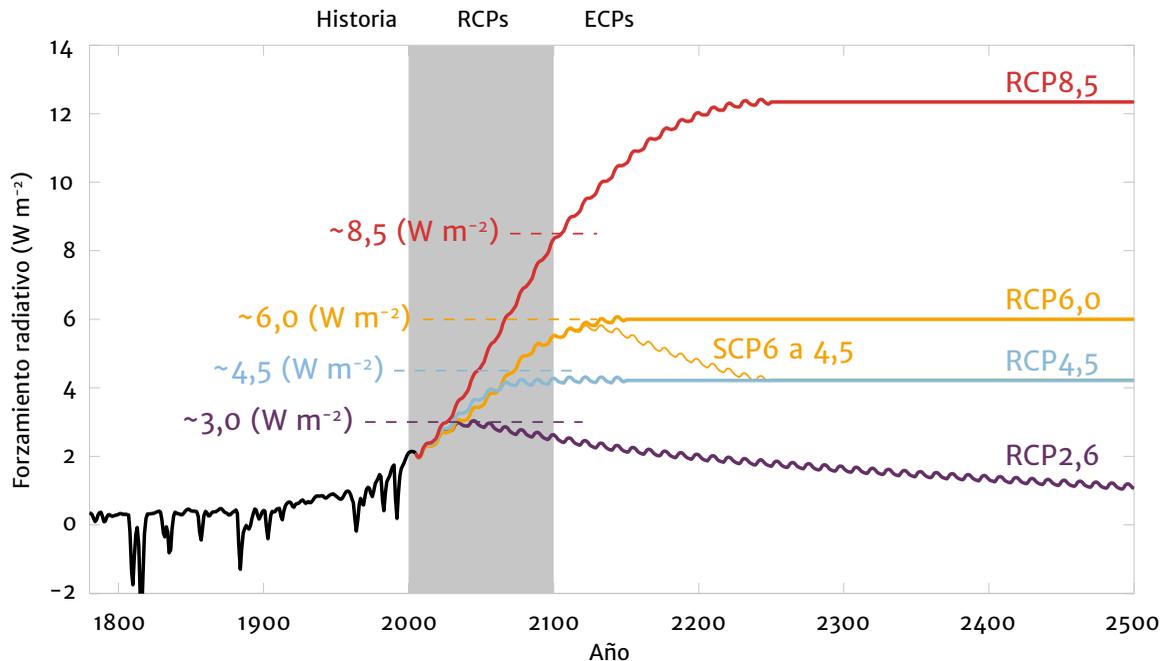
Respecto de la temperatura del clima presente, se puede observar una buena reproducción, si bien subestima la temperatura en el verano y en otoño en el sureste (Alto Uruguay) y en el invierno en el centro oeste de la Cuenca (Bajo Paraguay y Bajo Paraná), mientras que sobreestima un tanto la temperatura en la zona ZCAS (Alto Paraguay y Alto Paraná).

En consecuencia, el modelo ETA ofrece un clima presente que reproduce campos estacionales de la precipitación y la temperatura del aire que podrían ser considerados aceptables en comparación con los datos observados para el mismo período.

*Análisis de climas futuros:* Respecto de los climas futuros, se presentan resultados de los campos medios estacionales de la precipitación y la temperatura del aire para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 que son comparados con el clima presente. En la **Tabla 2.1.2.1.1** se sintetizan los resultados del modelo regional ETA-10km para

Figura 2.1.2.1.1

**Escenarios RCP (Representative Concentration Pathways / Trayectorias de concentración representativas)**



RF total (antropogénico más natural) para RCPs y ECP (Extended Concentration Pathways), para RCP2.6, RCP4.5, RCP6 y RCP8.5, así como una extensión complementaria de RCP6 a RCP4.5 con un ajuste de emisiones después del 2100 para alcanzar el nivel de concentración de RCP4.5 en el 2250

Fuente: Adaptado de IPCC (2013) (página 89)

Tabla 2.1.2.1.1

## Resultados del modelo climático regional ETA 10 km

Macro Cuenças	Precipitación			Temperatura		
	Períodos			Períodos		
	2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
<b>Alto Paraguay</b>	Disminuye todo el año	Disminuye DEF	Disminuye DEF	Aumenta todo el año >2°C DEF>3,5°C	Aumenta todo el año >3°C	Aumenta todo el año >3°C DEF>4°C
<b>Bajo Paraguay</b>	Disminuye SON-DEF	Aumenta MAM	Aumenta MAM-SON	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C	Aumenta todo el año >2,5°C
<b>Alto Paraná</b>	Disminuye todo el año	Disminuye DEF	Aumenta MAM-JJA-SON	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C	Aumenta todo el año >2,5°C
<b>Bajo Paraná</b>	Aumenta MAM-DEF	Aumenta MAM-DEF	Aumenta MAM-DEF	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C
<b>Alto Uruguay</b>	Aumenta MAM-SON	Aumenta MAM-JJA-SON	Aumenta todo el año	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C	Aumenta todo el año >2,5°C
<b>Bajo Uruguay</b>	Aumenta DEF	Aumenta JJA-DEF	Aumenta MAM-DEF	Aumenta todo el año >1°C	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C
<b>Río de la Plata</b>	Aumenta DEF	Aumenta DEF	Aumenta MAM-DEF	Aumenta todo el año >1°C	Aumenta todo el año >2°C	Aumenta todo el año >2,5°C

Para períodos climáticos futuros en relación con el clima de 1961-1990.

Nota: Cabe destacar sobre los resultados presentados que son producto de un solo modelo climático y de un único escenario; el modelo climático regional ETA 10km para el escenario RCP 4,5 (moderado). En consecuencia, estos escenarios de cambio climático deberían ser considerados con las limitaciones propias que esta situación impone.

períodos climáticos del futuro en relación con el clima de 1961-1990.

*Análisis de la precipitación:* La precipitación según el Modelo Regional ETA 10km presenta diferencias o anomalías futuras de la precipitación estacional para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099 en relación con el período de referencia del clima 1961-1990 (esta diferencia es llamada aquí anomalía).

En 2011-2040 es posible observar una tendencia de anomalía negativa de la precipitación en buena parte de la CdP, principalmente durante el verano (DEF) y, en menor medida, en otoño (MAM) y en primavera (SON). Esta anomalía negativa se extiende sobre toda la región conocida como región de la ZCAS, desde la costa atlántica de la región sudeste hasta la región centro oeste, donde termina el dominio analizado. Cabe destacar las fuertes anomalías negativas del verano en la subcuenca Alto Paraná. La disminución de la precipitación es también observada para la estación invernal (JJA) sobre la parte sudeste de Brasil, aunque en menor magnitud. Mientras tanto se observa una tendencia de aumento de la precipitación en la subcuenca Alto Uruguay durante la primavera (SON) y el otoño (MAM), con extensiones hacia el Río de la Plata.

En 2041-2070 se debilita la tendencia de la anomalía negativa de la precipitación en la región ZCAS persistiendo ligeramente durante la primavera (SON) y el verano (DEF). Resalta en este período un cambio en las anomalías de la precipitación sobre el sudeste de Sudamérica, se observan anomalías positivas en gran parte de la subcuenca Alto Paraná y del Uruguay de otoño a primavera y, en el Bajo Paraná, en el verano.

En 2071-2100 resaltan las anomalías negativas del verano en la región ZCAS, Alto Pa-

raguay y Alto Paraná, mientras se observa una tendencia positiva marcada sobre el Alto Paraná y el río Uruguay en todo el año, y en el Bajo Paraná y Río de la Plata en verano y otoño.

*Análisis de la temperatura:* Según el modelo utilizado, la temperatura del clima futuro para los períodos analizados 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 muestra una tendencia persistente de un calentamiento respecto del período de referencia 1961-1990 en toda la CdP.

En 2011-2040 se observan las mayores anomalías en la subcuenca Alto Paraguay (Pantanal), especialmente en el verano, cuando las anomalías alcanzan hasta 3,5°C. En la misma región se observan máximos también en otoño y en primavera, siendo el invierno la estación que presenta anomalías más suaves, aunque con valores significativos de 2°C o más.

En 2041-2070 el calentamiento del clima continúa su marcha ascendente, observándose anomalías de entre 2,5°C a 4,0°C en primavera y en verano, con aumentos más suaves en otoño e invierno, de 2,5°C a 3,0°C para toda la Cuenca, siendo las zonas más cálidas nuevamente la región del Pantanal en el Alto Paraguay.

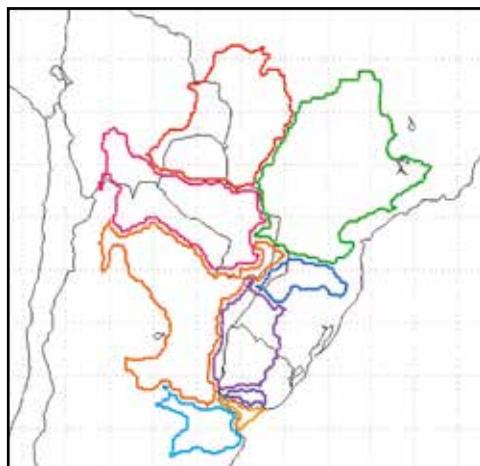
En el período 2071-2100 el calentamiento persiste, observándose anomalías positivas de 2,5°C a 4,0°C entre el verano y el otoño. Un régimen casi similar se produce en invierno y en primavera con un aumento de la temperatura generalizado en toda la Cuenca, aunque la zona septentrional es la que presenta el mayor aumento.

### **Síntesis**

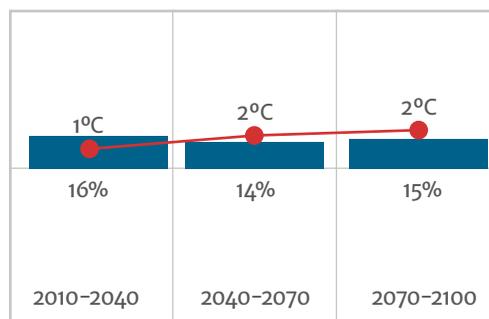
En términos anuales, se puede sintetizar (Figura 2.1.2.1.2) el comportamiento de la

Figura 2.1.2.1.2

**Proyecciones de la anomalía de precipitación anual media (%) y la anomalía de la temperatura anual media (°C)**

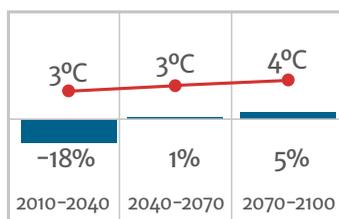


**Cuenca del Plata**

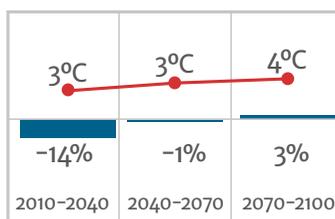


■ Proyección de anomalía de temperatura (°C)  
 ■ Proyección de anomalía de precipitaciones (%)

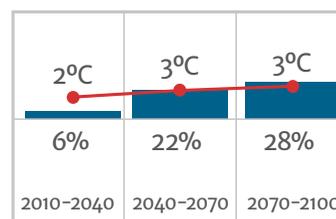
● **Alto Paraná**



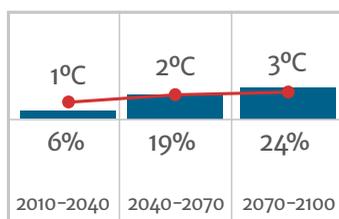
● **Alto Paraguay**



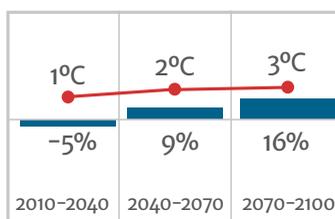
● **Alto Uruguay**



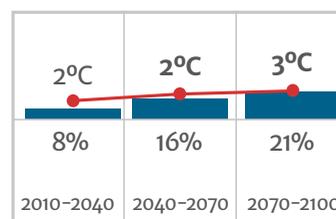
● **Bajo Paraná**



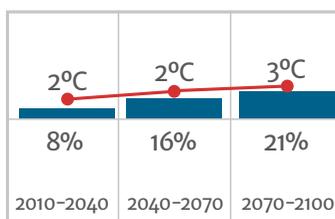
● **Bajo Paraguay**



● **Bajo Uruguay**



● **Desembocadura de la cuenca**



precipitación y la temperatura para toda la CdP como así también para cada subcuenca. Las barras azules muestran la variación de la precipitación anual en porcentaje, mientras que la línea roja muestra la anomalía de la temperatura anual media que en todos los casos denota un calentamiento futuro. Cabe destacar que en esta síntesis la integración se hizo para cada una de las cuencas (sin diferenciar en Alta o Media y Baja) y en períodos anuales.

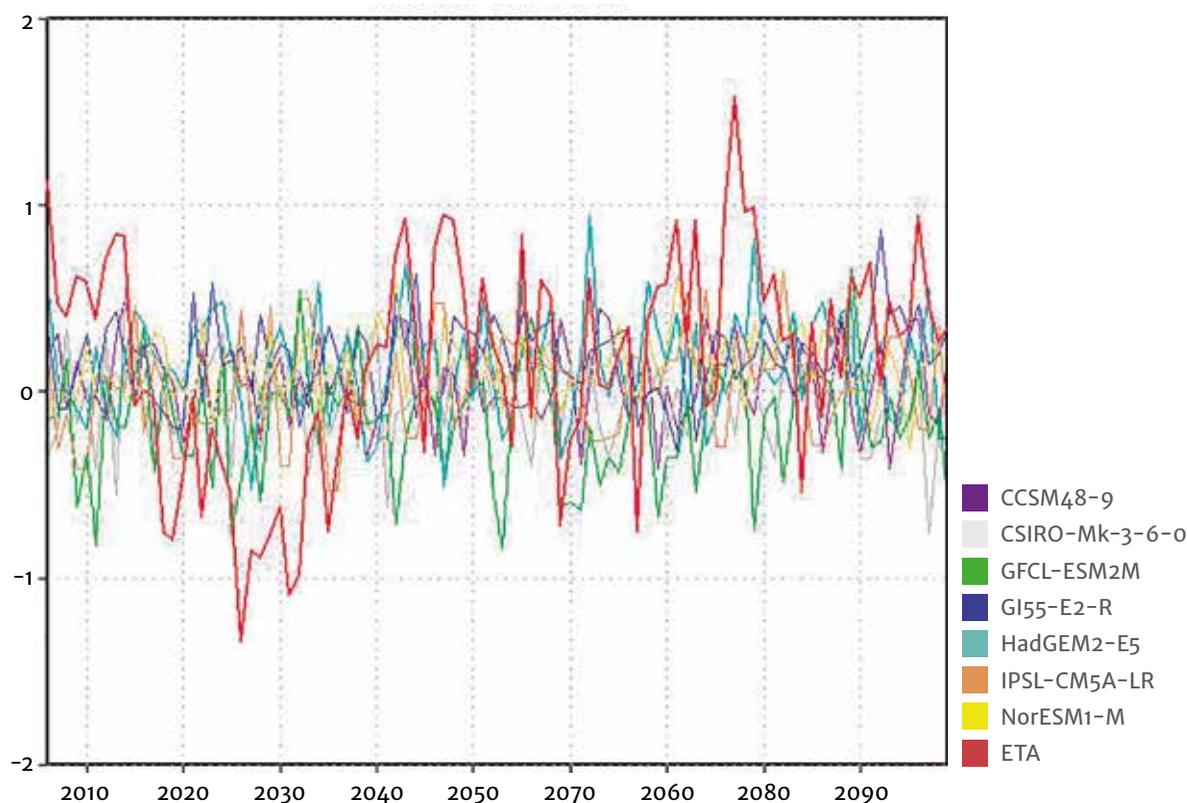
Al conocer las limitaciones que implica sacar conclusiones sobre el clima del futuro, observando un solo modelo y un solo escenario, se creyó conveniente atender a la evolución temporal de varios otros modelos climáticos, con el simple objetivo de com-

pararlos con las proyecciones del modelo regional ETA. En particular, se compararon los resultados de 7 modelos del CMIP-5 (*Couple Model Intercomparasion Project Phase 5*): CCSM4, CSIRO-Mk-3-6-0, GFDL-ESM2M, GISS-E2-R, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, NorESM1-M y el modelo regional ETA. Para el cálculo de la anomalía fue utilizado el período histórico (1961-1990). En todos los casos, corresponde a la totalidad del área de la CdP.

La **Figura 2.1.2.13** sintetiza la tendencia de la anomalía de la precipitación que es integrada y representada para toda el área de la Cuenca de los modelos mencionados y el ETA, donde puede observarse que el modelo regional ETA muestra una tendencia ne-

**Figura 2.1.2.13**

### **Evolución de la anomalía de la precipitación (mm/d) para la Cuenca del Plata según varios modelos**



gativa de la precipitación mucho más acentuada que los otros modelos en el período comprendido entre finales de la presente década y el año 2040; después del año 2040 ETA acompaña bien a los otros modelos en el aumento de la precipitación hasta finales de siglo, aunque presenta una variabilidad mayor.

Respecto de la evolución de la temperatura del aire, integrada para toda la Cuenca, el modelo ETA presenta una tendencia de anomalías positivas de temperatura más elevadas en relación con los otros modelos a lo largo de todo el período de integración. De todas maneras, se observa un buen acompañamiento de la tendencia marcada por los otros modelos (Figura 2.1.2.1.4).

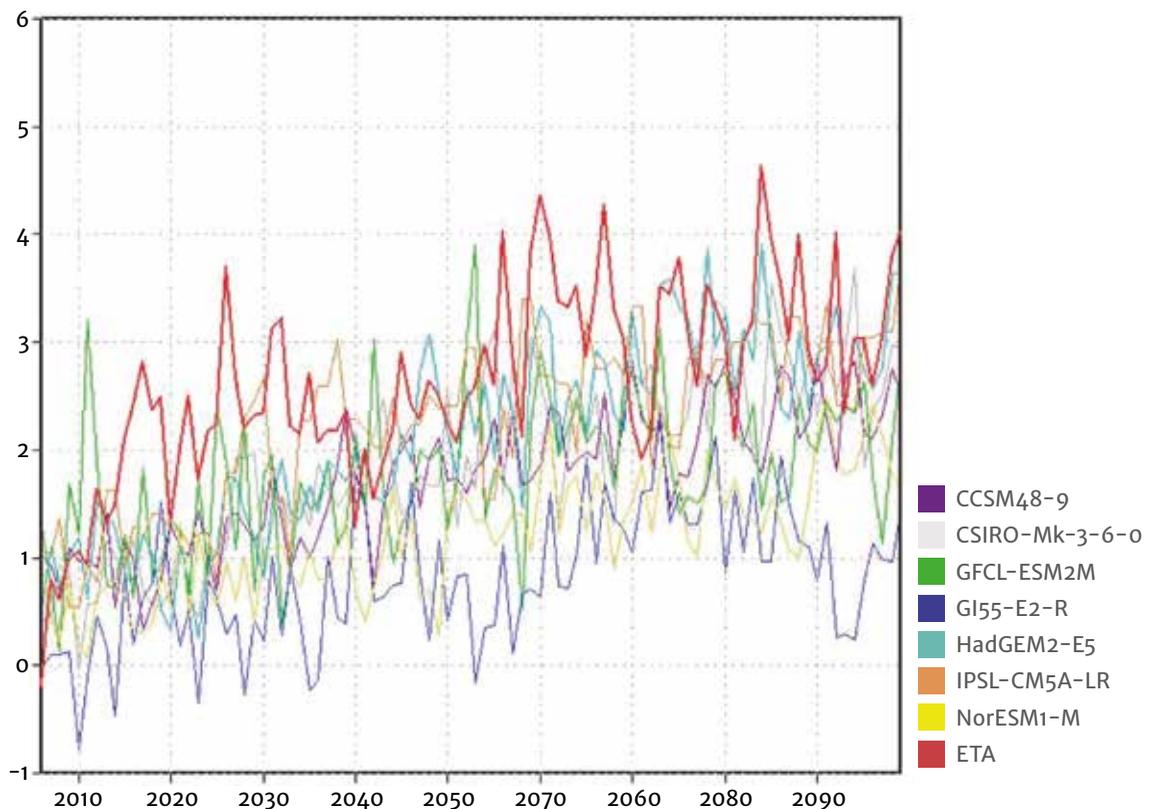
Dadas estas observaciones, y considerando las limitaciones que aún presentan los modelos climáticos para reproducir el clima del futuro, sumado a la dispersión de los resultados, podríamos pensar que el modelo ETA/CPTEC/INPE puede ser considerado como una guía a considerar para los análisis de los escenarios climáticos del futuro.

**Breve discusión del clima cercano (2011-2040)**

Se considera que los escenarios climáticos son herramientas útiles para evaluar impactos hidroclimáticos en diversos sectores y para el diseño de estrategias de adaptación al clima del futuro.

Figura 2.1.2.1.4

**Evolución de la anomalía de la temperatura (°C) para la Cuenca del Plata según varios modelos**





Encuentro Nacional por el PAE, en Argentina, en marzo de 2016.

Al considerar escenarios inmediatos en términos climáticos, el período 2011-2041 presenta situaciones tales como una disminución de la precipitación en gran parte de la Cuenca y un aumento considerable de la temperatura. Este escenario podría afectar los recursos hídricos en la CdP.

En un escenario con menor precipitación y mayor temperatura, el balance hidrológico regional podría conducir a caudales medios en descenso, facilitando la ocurrencia de eventos extremos, como la mayor posibilidad de sequías e incendios forestales. Este tipo de escenario podría afectar sensiblemente la navegación de los ríos, como el Paraguay, lo que a su vez traería consecuencias económicas importantes, dado que la economía regional depende en gran medida del transporte fluvial.

Un escenario en que la humedad del suelo está en disminución o en permanente déficit, podría implicar un fuerte impacto en la producción agrícola y ganadera y, en consecuencia, un perjuicio socio-económico.

La reducción de los recursos de aguas superficiales y subterráneas pondría en compromiso el abastecimiento de agua potable para consumo humano creando, por un lado, conflictos sociales por el agua y, por otro, problemas de salud por enfermedades de origen hídrico.

La disminución de los caudales medios también podría afectar la calidad de las aguas de los ríos transfronterizos. El avance de la frontera agrícola podría aumentar la concentración de contaminantes en los cursos hídricos, como así también el transporte y depósito de sedimentos.

### 2.1.3 Extremos climáticos

El informe especial sobre extremos climáticos fue elaborado por una comisión especial del IPCC en respuesta a una reconocida necesidad de proveer consejos específicos sobre cambio climático, condiciones meteorológicas extremas y eventos climáticos (extremos climáticos). Las principales conclusiones del informe son:

1. Aún sin tener en cuenta el cambio climático, el riesgo de desastres continuará aumentando en muchos países, siempre que un mayor número de personas y bienes en condiciones de vulnerabilidad estén expuestos a extremos climáticos
2. En las próximas dos o tres décadas, el aumento esperado en la frecuencia de extremos climáticos será probablemente relativamente pequeño comparado con las variaciones anuales normales de tales extremos.
3. No obstante, en la medida que los impactos del cambio climático se tornen más dramáticos, sus efectos en una faja de extremos climáticos se tornarán más importantes y tendrán un papel más significativo en los impactos de desastres.
4. Cualquier demora en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero probablemente llevará a extremos climáticos más graves y frecuentes en el futuro, y probablemente contribuirá a mayores pérdidas por desastres.

A continuación se presentan algunos resultados de extremos climáticos del modelo regional ETA-CPTEC. Respecto de la precipitación total anual se observa un aumento a lo largo del siglo. Si bien en el período 2011-2040 la precipitación total anual es inferior a lo observado en la actualidad en el norte de la Cuenca, posteriormente tiende a aumentar. En cambio, en el centro y sur de la Cuenca tiende a aumentar respecto del presente. El número de días con lluvia tiende a aumentar a lo largo del siglo, dejando entrever una mayor actividad de los sistemas precipitantes (**Figura 2.1.3.1**).

Otros resultados del ETA indican que los días secos consecutivos irían disminuyendo durante el siglo XXI, mientras que los días

húmedos consecutivos irían aumentando en el mismo período, guardando consistencia con la tendencia de la precipitación anual. Llama la atención una intensificación de días secos al oeste de la cuenca sugiriendo una estación seca más prolongada. De todas formas, las lluvias durante el período lluvioso tienden a ser potencialmente más frecuentes e intensas.

La ocurrencia de eventos extremos también tiende a manifestarse en la intensidad de las lluvias, ya que los días con lluvia fuerte estarían aumentando en el presente siglo, especialmente al sureste de la Cuenca, como así también los días con lluvia muy fuerte.

Respecto de la temperatura, se observa que los días cálidos presentan una tendencia de aumento, especialmente en el centro y norte de la cuenca, y que los días fríos estarían disminuyendo; ello no implica que puedan suceder eventos esporádicos o individuales.

Cabe aclarar, sin embargo, que los resultados obtenidos para cambios en los fenómenos extremos deben ser tomados con las mayores precauciones, ya que no se los ha validado con los observados.

### **Consecuencias de extremos climáticos**

La base científica muestra como los impactos incrementales relacionados con el clima, más que los eventos extremos en sí, pueden tener consecuencias extremas donde existe una alta vulnerabilidad.

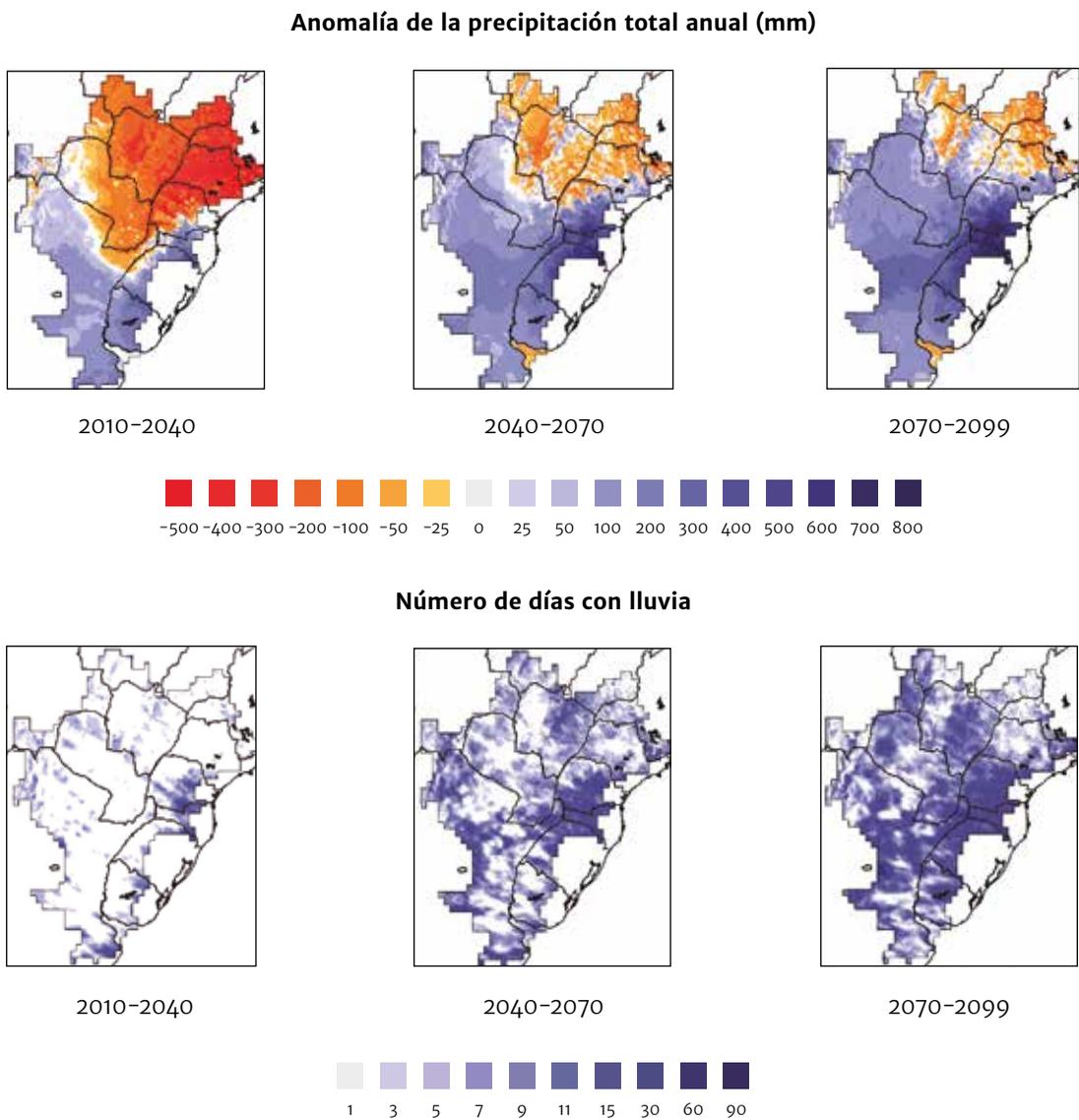
Las inundaciones –sean provocadas por el cambio climático, la degradación ambiental o por factores sociales– pueden conducir a un cambio geográfico. El estrés por calor puede causar muertes aún en países tropicales, donde las personas están adaptadas a un clima cálido.

La elevación del nivel del mar puede exacerbar las inundaciones, la erosión y otros riesgos costeros, amenazar la infraestructura y las poblaciones, comprometiendo el bienestar socioeconómico.

Los extremos climáticos pueden resultar en un amplio espectro de impactos, tanto sobre sistemas humanos o ecosistemas, in-

cluyendo pérdidas económicas, impactos sobre la agricultura, el turismo o las poblaciones urbanas. La gravedad de esos impactos dependerá fuertemente del nivel de exposición y vulnerabilidad a los extremos del clima. Los eventos extremos tienen los mayores impactos en aquellos sectores que están muy relacionados con el clima, como el acceso al agua potable, la seguridad ali-

**Figura 2.13.1**  
**Anomalía de la precipitación total anual**



Modelo ETA-CPTEC

mentaria y la salud pública, entre otros. Existe un gran consenso respecto de que el cambio climático podría afectar la gestión de los recursos hídricos.

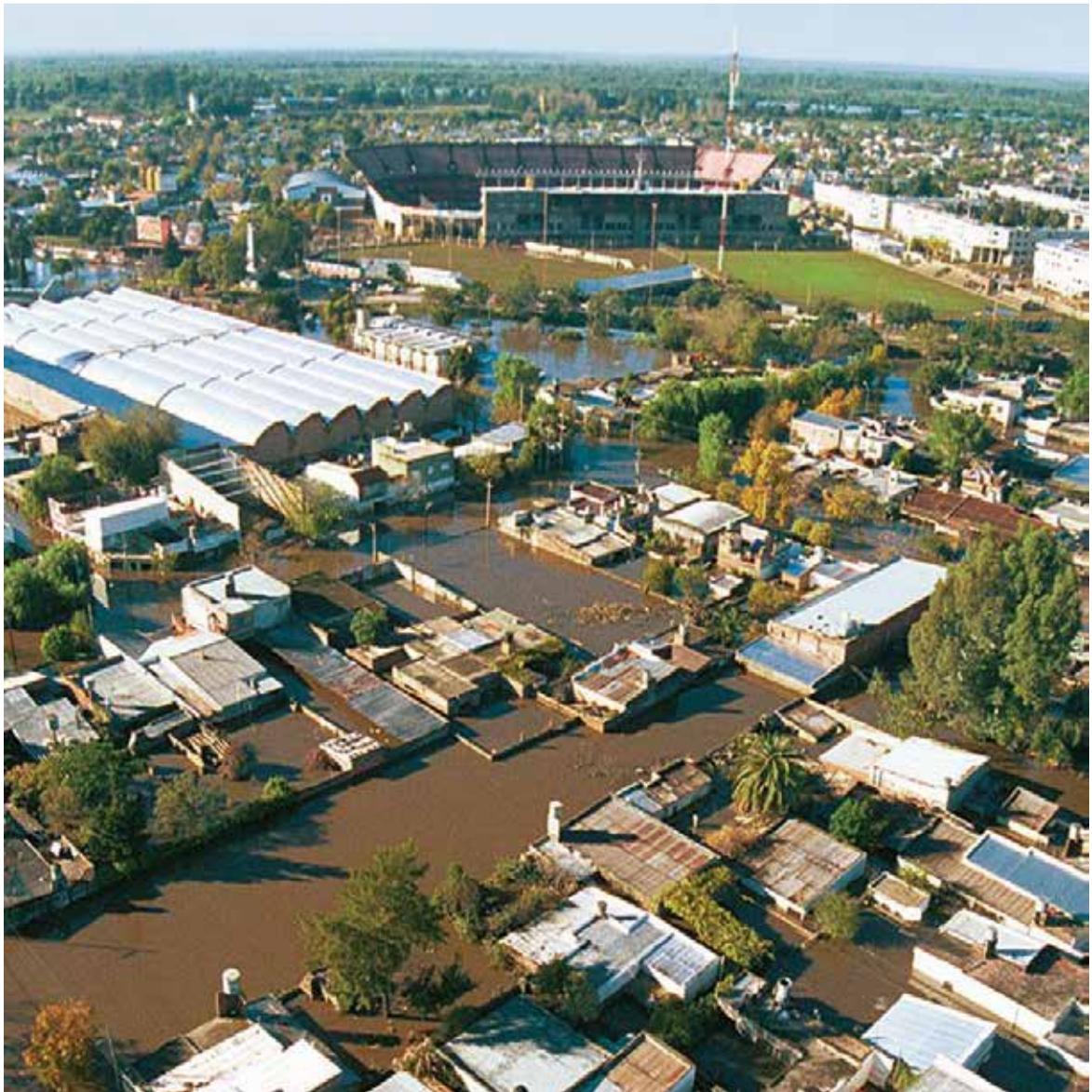
La adaptación y la anticipación a los eventos extremos pueden ayudar a reducir los impactos de los futuros desastres. La capacidad adaptativa incluye, a largo plazo, mecanismos de gestión sustentable, como por ejemplo, mejores técnicas para captación de agua de lluvia, rotación de cultivos o construcciones de viviendas en zonas más elevadas.

La transformación puede implicar la necesidad de cambios de hábito o conductas arraigadas, creando una sensación de desequilibrio e incertidumbre, pero las transformaciones están ocurriendo a una velocidad y escala sin precedentes, influenciadas por la globalización, el desarrollo social y tecnológico y el cambio ambiental, y requieren de una adaptación a las nuevas condiciones. El cambio climático en sí representa una transformación a gran escala del sistema, que tendrá amplias consecuencias sobre la ecología y la sociedad, inclusive sobre los extremos climáticos. Respuestas al cambio climático y cambios en el riesgo de desastres pueden ser tanto incrementales como transformacionales. La transformación requiere liderazgo, ya sea de autoridades políticas que poseen el poder como de individuos o grupos que conectan las acciones actuales con la construcción de un futuro sustentable, resiliente y adaptativo.

#### 2.1.4 Conclusiones y recomendaciones

1. La cantidad y la calidad de la información disponible sobre recursos hídricos en la CdP es actualmente muy importante, con una importante red de monitoreo hidrometeorológico. No obstante, podría ser mejorada en algunas subcuencas (Ver *Capítulo 1.5.1.3*) que presentan una densidad de observaciones insuficiente, especialmente las pluviométricas e hidrométricas, lo que posibilitaría mejorar el conocimiento sobre los recursos hídricos.
2. La posibilidad de establecer un Sistema de Predicción y Alerta Hidrometeorológico Integrado en la CdP tendría más posibilidades de éxito si pudieran mejorarse e integrarse las redes de monitoreo, especialmente las estaciones hidrometeorológicas de superficie y los radares meteorológicos. Respecto a estos últimos, la posibilidad de ampliar la cobertura de radares en el Paraguay e instalar un radar meteorológico en el Uruguay sería un gran avance con vistas a una integración regional.
3. Las mediciones de calidad de agua constituyen un caso particular, ya que en algunos puntos de la Cuenca deberían de ser mejoradas, especialmente en la subcuenca del Bajo Paraguay.
4. El rápido avance de la instalación y operación de radares meteorológicos en la Cuenca es un punto fuerte a tener en cuenta, así como los planes existentes en la actualidad de mejoras en la densidad de los mismos, especialmente en Argentina, Brasil y Paraguay, lo que hace propicia la oportunidad para integrarlos dentro del marco de la Cuenca.
5. Los avances observados en la consolidación del CRC-SAS y en la implementación de WIGOS-SAS-CP podrían ser muy beneficiosos para los proyectos que el MMSC pueda implementar en América del Sur, y todas estas instancias podrían transformarse en herramientas útiles para las iniciativas de mejorar los Sistemas de Monitoreo y Alertas Hidrometeorológicas e Hidroclimáticas de la CdP.

6. La visión de CdP debería de ser consolidada como un espacio común. La mayoría de los productos y servicios hidroclimáticos expuestos tienen un dominio que naturalmente corresponde a un país. Una visión de la Cuenca como una unidad podría ser fundada desde la óptica de la gestión sostenible de los recursos hídricos ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático.
7. Se observa un gran capacidad técnica y operativa por parte de varias instituciones nacionales de la región que pueden mejorar los conocimientos actuales y que, integrados, pueden mejorar los conocimientos sobre los futuros escenarios hidroclimáticos en la CdP para establecer medidas de adaptación bien orientadas.



Inundaciones en ciudad de Santa Fe, Argentina.

8. En los últimos años la lluvia aumentó sobre la Cuenca, como así también los eventos extremos. Los escenarios climáticos presentan un aumento de la precipitación hacia finales del siglo en relación con la climatología de 1961-1990. La temperatura aumentaría también a lo largo del siglo XXI. Las consecuencias de estos escenarios potencian la posibilidad de daños, que podrían ser profundos en agricultura, ganadería, recursos hídricos, salud y en áreas urbanas por las inundaciones y deslizamientos de tierra.
9. No obstante, estos escenarios poseen un alto grado de incertidumbre, debiéndose profundizar el estudio de la variabilidad del clima observado en las escalas de tiempo más largas posibles y la estandarización de las metodologías que permitan estudios integrados que potencien la comparación.
10. Los resultados obtenidos para cambios en los fenómenos extremos deben ser tomados con las mayores precauciones, ya que no se los ha validado con los observados.
11. La integración de los recursos disponibles en los países que conforman la

Cuenca es una alternativa como camino a seguir para facilitar la toma de decisiones en tiempo real que permita mejorar los tiempos de respuesta a las alertas hidroclimáticas, con el objeto de reducir las pérdidas humanas y económicas que generan los eventos hidrometeorológicos extremos. Las áreas en las que se debería poner los mayores esfuerzos de integración para fortalecer los sistemas de alerta temprana existentes son: monitoreo, identificación y conocimiento del riesgo, comunicación y difusión y capacidad de respuesta.

12. El CIC, como órgano intergubernamental, posee esta vocación de integrar las informaciones ambientales. Su acción estratégica potencia los estudios, fomenta la investigación y el desarrollo e incentiva la innovación tecnológica en todos los países que componen la CdP a través de la integración de datos y su devolución a los países con el valor agregado de su tratamiento. Como resultado directo de este esfuerzo se podría profundizar el conocimiento regional y, consecuentemente, la posibilidad de mejorar las predicciones de corto, mediano y largo plazo.

## 2.2 Previsión de impactos socioeconómicos

Características de las lluvias y caudales:

- En los próximos 30 años –que son los más importantes considerando la vida útil de los proyectos– las precipitaciones y los caudales disminuirían en las cuencas altas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay.
- Las lluvias y los caudales en las cuencas bajas de estos ríos tenderían a aumentar.

### **Efectos en los sistemas hídricos:**

*Desarrollo Urbano:* El principal impacto se observa sobre la reducción de la seguridad hídrica: (a) riesgo de disponibilidad hídrica en las ciudades que están en las cabecezas de los ríos y con población muy grande, como San Pablo, Curitiba y Brasilia; (b) aumento del riesgo en la cabecera del río Uruguay, donde ya existen limitaciones de calidad y cantidad; (c) riesgos de falta de agua son también por falta de tratamiento de efluentes. En este escenario, la disminución de los caudales agrava la capacidad de dilución de efluentes sin tratamiento. Las áreas de los impactos más importantes son las cuencas altas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay.

El desarrollo industrial está conectado con el desarrollo urbano; las ciudades de cabecezas pueden ser afectadas por la reducción en las precipitaciones y necesitarán ampliar la resiliencia con reuso de agua. En algunos sectores pueden aumentar los conflictos, como en el centro-oeste, entre los regantes, la industria de alcohol y las comunidades.

*Desarrollo Rural:* Los países de la región son importantes jugadores dentro de la comunidad mundial de *commodities* agrícolas. El

mayor consumidor de agua en la cuenca es la agricultura, con 70% de los usos consuntivos. En el escenario de reducción de precipitación y caudal en las cuencas altas, se afecta la producción de granos, principalmente en el centro-oeste de Brasil, que es actualmente la región con mayor producción agropecuaria. Por otro lado, mejora la disponibilidad hídrica para la producción agrícola en las cuencas bajas en Argentina y Uruguay.

*Energía:* La reducción de precipitación y de caudal en las cuencas altas afectan directamente la producción hidroeléctrica, considerando que en el sudeste de Brasil se concentra el 60% de la generación hidroeléctrica del país y, a su vez, que gran parte de los caudales que alimentan los aprovechamientos hidroeléctricos en los tramos internacionales tiene origen en las cuencas altas. En este escenario es necesario evaluar el impacto sectorial de los cambios y la variabilidad climática. El sector no tiene aún en cuenta el aumento de caudal debido al mayor escurrimiento por la deforestación en la cuenca. Para ello es necesario revisar las series hidrológicas retirando el efecto de las áreas forestadas del pasado.

*Navegación:* La principal vía de navegación son los ríos Paraná y Paraguay. La navegación depende de los caudales de las cuencas altas para permitir la navegación con el calado adecuado a lo largo del tiempo. En la década 60 hubo 13 años de caudales muy bajos que, de repetirse en el futuro, aumentaría el costo del transporte de mercancías por dichos ríos. Se estima que el aumento del costo será 3 veces en relación con el escenario de la década de 60. Considerando los escenarios de cambio climático presentados en el estudio, el impacto en la navegación puede representar un aumento importante de costo, principalmente en el tramo medio y alto del río Paraguay.

*Eventos extremos:* Las condiciones más críticas son el aumento de sequías en las cuencas altas por la disminución de la precipitación, mientras en las cuencas bajas se tiene un pronóstico de aumento de las precipitaciones. En relación con esto, recientemente se han observado casos de precipitaciones intensas sin precedentes, que podría suponer un aumento de episodios de lluvias intensas, aunque no hay resultados sobre los eventos extremos, ya que constituyen un escenario que los modelos climáticos no tienen condiciones para preverlos.

*Medio Ambiente:* Los principales impactos ambientales, tomando como base los cambios climáticos dentro de una evaluación amplia son: (a) aumento de los impactos en la calidad del agua de ríos de cabecera por reducción de caudal y disminución de la dilución de los efluentes; (b) impacto sobre la fauna por la reducción de los caudales en las cuencas altas; (c) elevación de la napa freática en la Pampa por aumento de las lluvias, con impactos sobre la población y el ambiente.

## 2.3 Conferencias de las partes

### 2.3.1 Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación

#### 12° Conferencia de las Partes (COP 12)

La COP 12 se llevó a cabo en Ankara, Turquía (del 12 al 23 de octubre de 2015). Aunque sus resultados no son vinculantes, ponen la piedra fundamental para lograr la Neutralidad de la Degradación de la Tierra (LDN, por sus siglas en inglés). Este concepto –que es el punto 15.3 de la Agenda de Desarrollo Sostenible para el 2030– tiene como objetivo neutralizar la degradación de las tierras erosionadas en el mundo para poder asegurar el alimento de las generaciones futuras.

El alcance de la Convención llega a los cinco continentes por lo que, por consenso, los países que asistieron a la reunión se pusieron de acuerdo para definir que el tema

de la LDN debe entrar de forma global en la agenda de los gobiernos. Además, coincidieron en que la LDN es una forma fundamental de lucha contra el cambio climático y que se debe monitorear la implementación de la LDN, para lo que se dispondrá de financiamiento provisto por la Convención, bajo el paraguas de lo que se ha llamado “Iniciativa de Ankara”.

Asimismo se decidió que los resultados de la COP12 fueran llevados a la 21ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que se realizaría en París en diciembre, para ser incluidos en la agenda respectiva.

### 2.3.2 Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

#### 21° Conferencia de las Partes (COP 21)

El objetivo de la COP 21, realizada en París (del 30 noviembre al 11 de diciembre de 2015) era el de concluir un acuerdo mundial sobre



La cumbre del clima de París, en diciembre de 2015.

los métodos para reducir el cambio climático. El resultante Acuerdo de París<sup>3</sup>, aprobado por aclamación por casi todos los estados, se convertirá en jurídicamente vinculante si por lo menos 55 países, que representen al menos el 55% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, se adhieren a él a través de la firma, seguida de su ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

El Acuerdo –que será aplicado a partir de 2020– tiene por objeto “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello,

- a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;
- b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y
- c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero”.

En cuanto a la adaptación, el Acuerdo establece que las Partes deberían reforzar su cooperación para potenciar esa labor mediante, en otros aspectos, el intercambio de

información, buenas prácticas, experiencias y enseñanzas extraídas, en lo referente a la ciencia, la planificación, las políticas y la aplicación de medidas de adaptación; el fortalecimiento de los arreglos institucionales, y el fortalecimiento de los conocimientos científicos sobre el clima, con inclusión de la investigación, la observación sistemática del sistema climático y los sistemas de alerta temprana, de un modo que aporte información a los servicios climáticos y apoye la adopción de decisiones.

Antes de la Conferencia, 146 paneles climáticos nacionales presentaron públicamente los proyectos de Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (*Intended Nationally Determined Contributions*, INDC) sobre el clima.

Las INCD son compromisos que los países presentaron para reducir los GEI de acuerdo con sus realidades, a través de acciones de mitigación y de adaptación condicionadas, en algunos casos, al apoyo internacional (**Figura 2.3.1**).

Entre las acciones de adaptación previstas por los países de la Cuenca, pueden mencionarse la ampliación de los sistemas de alerta temprana y de los sistemas de respuesta y recuperación ante desastres; la conservación, restauración y manejo sostenible de los bosques nativos; la diversificación de la matriz energética para reducir la vulnerabilidad y sobrecostos del sistema eléctrico ante episodios de déficit de generación hidráulica; la implementación de medidas de ordenamiento territorial para reducir el riesgo de inundación; la restauración y mantenimiento de ecosistemas costeros que brindan servicios de protección ante eventos extremos y de los ecosistemas que brindan servicios de protección de fuentes de agua potable.

3 Acuerdo de París. [http://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)

Figura 2.3.1

## Contribuciones nacionales determinadas de los países de la Cuenca del Plata

### Principales medidas

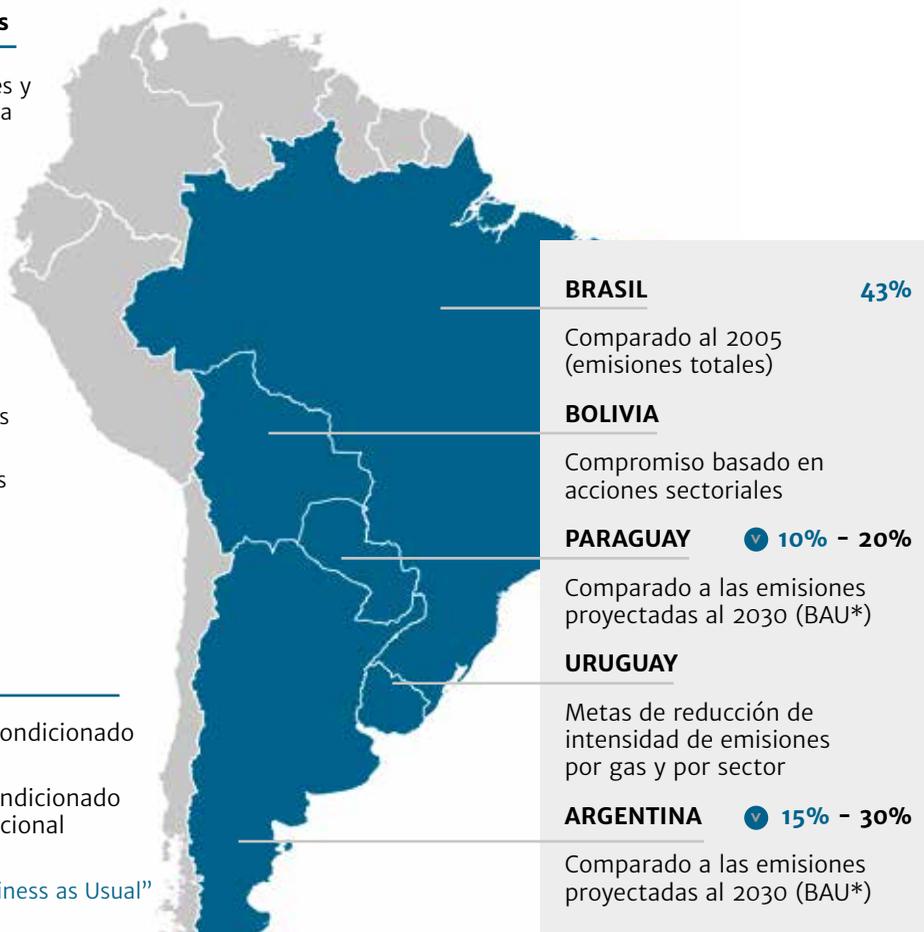
- Energías renovables y eficiencia energética
- Protección de los bosques
- Buenas prácticas agrícolas
- Transporte limpio
- Gestión de residuos
- Mejora de procesos industriales

### Leyenda

- Ⓢ Compromiso incondicionado
- Ⓢ Compromiso condicionado a apoyo internacional

\*BAU: Escenario "Business as Usual" (todo sigue igual)

La reducción de GEI del país se hará en comparación con el nivel de emisiones proyectado al 2030 bajo un escenario de crecimiento en el cual no se implementarán acciones de mitigación.



Incluye las Contribuciones Nacionales presentadas hasta el 23 de octubre del 2015



# Capítulo 3:

## Marco Legal-Institucional

### 3.1 Estado de conocimiento legal e institucional en la Cuenca del Plata

En los cinco países integrantes de la CdP, existe un marco jurídico suficiente para la gestión y protección de los recursos naturales y, en especial, de los recursos hídricos, que se integra con disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias de carácter nacional, provincial, estatal o municipal. Sin embargo, se ha detectado que, en varios casos, haría falta reforzar las herramientas de implementación, así como la capacidad institucional para ponerlas en práctica y vigilar su cumplimiento.

Cada uno de los países tiene condiciones particulares desde el punto de vista legal e institucional, que constituyen la plataforma sobre la cual se desarrollará la coordinación que ellos entiendan necesaria. Cada país revisará y ajustará los marcos legales nacionales, en base a sus características y necesidades específicas, a efectos de lograr su armonización dentro de la región.

Si bien existen determinados principios y herramientas que el análisis del derecho comparado indica como deseables en un

marco legal e institucional de protección del medio ambiente, esta legislación no necesita ser perfecta, sino *implementable*.

Existe una brecha entre el marco legal y su aplicación práctica. En general, los países han desarrollado un cuerpo normativo importante y, siguiendo las tendencias regionales e internacionales, han incorporado principios y herramientas acordes con las necesidades de gestión y protección de los recursos naturales, teniendo inclusive en consideración, en algunos de ellos, el cambio climático. Pero, salvo casos puntuales, estos avances no han sido acompañados en igual medida por una efectiva implementación de los instrumentos de gestión que requiere la correspondiente asignación de recursos financieros, humanos y logísticos.

En principio se invocan motivos de origen institucional, tales como escasez de recursos humanos y financieros, falta de capacitación, organizaciones centralizadas y alejadas de los problemas locales, pero también pesan –entre otras causas– la falta de reglamentación basada en un mayor conocimiento científico, el desconocimiento de la normativa por parte de los usuarios, usos



Reunión ADT en Foz do Iguazú, Brasil, en 2015.

y costumbres en materia de uso de agua y falta de difusión y participación.

Desde el punto de vista jurídico-institucional, el propósito del ADT es dar un panorama general en un proceso que, al ser legitimado mediante la participación de los países, estos puedan “apropiarse” de los resultados.

En la *Presentación* se mencionaron los TCT que aborda este ADT, los cuales serán tratados en detalle en el *Capítulo 4*.

En lo que se refiere al Marco Legal-Institucional, en el próximo *Capítulo 3.2* se hará una reseña de acuerdos en el ámbito mundial y regional, de normas nacionales<sup>4</sup>, de instituciones regionales, nacionales e interjurisdiccionales y de planes nacionales, aplicables a todos o varios de los TCT. En el *Capítulo 3.3* se incluirán aquellos que tengan una relación más específica con cada uno de los TCT considerados y en el *Capítulo 4* se harán, para cada tema, consideraciones sobre los aspectos legales e institucionales con el fin de complementar el diagnóstico.

---

<sup>4</sup> Solo se consideran las normas a nivel nacional. Tanto Argentina como Brasil –por ser países de organización federal– cuentan también con normas a nivel provincial o estadual, respectivamente.

## 3.2 Aspectos generales

### 3.2.1 Acuerdos en el ámbito mundial

- Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional (1971), ratificada por los 5 países.
- Convención sobre Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (1975), ratificada por los 5 países.
- Convención de Basilea sobre Movimientos Transfronterizos y Depósito de Residuos Peligrosos (1989), ratificada por los cinco países.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), ratificada por los cinco países.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), ratificada por los cinco países.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (1994), ratificada por los cinco países.

### 3.2.2 Acuerdos en el ámbito regional

- Convenio relativo al aprovechamiento de los rápidos del Río Uruguay en la zona de Salto Grande (Argentina-Uruguay) (1946).
- Tratado de la Cuenca del Plata (firmado por los 5 países) (1969).
- Convenio para estudio del aprovechamiento de los recursos del río Paraná (Argentina-Paraguay) (1971).
- Tratado de Itaipú para el aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos hidráulicos del río Paraná (Brasil-Paraguay) (1973).

- Tratado de Yacyretá (Argentina-Paraguay) (1973).
- Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (Argentina-Uruguay) (1973).
- Estatuto del Río Uruguay (Argentina-Uruguay) (1975).
- Acuerdo para la regularización, canalización, dragado, balizamiento y mantenimiento del Río Paraguay (Argentina-Paraguay) (1979).
- Aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos en el Río Uruguay y el Pepirí-Guazú (Argentina-Brasil) (1980).
- Aprovechamiento y desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim-Quaraí (Brasil-Uruguay) (1991).
- Acuerdo sobre Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná (firmado por los 5 países) (1992).
- Tratado sobre Medio Ambiente entre Argentina y Bolivia (1994).
- Estatuto de la Comisión Binacional Administradora de la Cuenca Inferior del Río Pilcomayo (Argentina-Paraguay) (1994).
- Acuerdo constitutivo de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (Argentina-Bolivia-Paraguay) (1995).
- Aprovechamiento de la Alta Cuenca del Río Bermejo y del Río Grande de Tarija (Argentina-Bolivia) (1995).
- Acuerdo entre Bolivia y Paraguay en materia de recursos naturales y medio ambiente (1995).

- Acuerdo de Cooperación en materia ambiental entre Argentina y Brasil (1996).
- Acuerdo sobre Medio Ambiente del Mercosur (Argentina-Brasil-Paraguay-Uruguay) (2001).
- Acuerdo de Cooperación entre Brasil y Paraguay para el Desarrollo Sostenible y la Gestión Integrada de la Cuenca Hidrográfica del Río Apa (2006).
- Programa de Acción Subregional para el Desarrollo Sostenible del Gran Chaco Americano (Argentina-Bolivia-Paraguay) (2007).

### 3.2.3 Normas nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Ley N° 25675 (2002). Ley General del Ambiente.	Ley N° 1333 (1992). Ley de Medio Ambiente.	Ley N° 6938 (1981). Política Nacional de Medio Ambiente. Creación del Sistema Nacional de Medio Ambiente.	Ley N° 294 (1993). Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) (modificada por la Ley N° 345/94 y reglamentada por Decreto 453/13).	Ley N° 16466 (1994). Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).
Ley N° 25688 (2002). Régimen de gestión ambiental de aguas.	Ley N° 300 (2012). Madre Tierra (incorpora Marco sobre Cambio climático).	Ley Federal N° 9433 (1997). Ley de Aguas.	Ley N° 3239 (2007). Ley de Recursos Hídricos.	Ley N° 17.283 (2000). Protección del Ambiente.
		Ley N° 9985 (2000). Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza.		Ley N° 18.610 (2009). Política Nacional de Aguas.
		Ley N° 12187 (2009). Política Nacional sobre Cambio Climático.		Código de Aguas.

### 3.2.4 Instituciones regionales

La **Tabla 3.2.4.1** detalla los organismos multilaterales que actúan en el ámbito de la CdP.

**Tabla 3.2.4.1**

#### Organismos multilaterales en la Cuenca del Plata

Año de creación	Nombre	AR	BO	BR	PY	UY
1946	Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM)	X				X
1967	Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC)	X	X	X	X	X
1971	Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná (COMIP)	X			X	
1973	Itaipú Binacional			X	X	
1973	Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP)	X				X
1973	Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM)	X				X
1973	Entidad Binacional Yacyretá (EBY)	X			X	
1975	Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU)	X				X
1976	Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA)	X	X	X	X	X
1989	Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná (CIH)	X	X	X	X	X
1991	Mercado Común del Sur (MERCOSUR/MERCOSUL)	X		X	X	X
1991	Comisión Mixta Brasileño-Uruguaya para el Desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim-Quaraí (CRC)			X		X
1993	Comisión Binacional Administradora de la Cuenca Inferior del Río Pilcomayo	X			X	
1995	Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo	X	X		X	
1995	Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y del Río Grande de Tarija (COBINABE)	X	X			
2006	Comisión Mixta Brasileño-Paraguaya para el Desarrollo Sostenible y la Gestión Integrada de la Cuenca Hidrográfica del Río Apa (CRA)			X	X	

### 3.2.5 Instituciones nacionales e interjurisdiccionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)	Ministerio de Medio Ambiente (MMA)	Secretaría del Ambiente (SEAM)	Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio ambiente-MVOTMA)
Secretaría de Política Ambiental, Cambio Climático y Desarrollo Sustentable (MAyDS)	Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión del Desarrollo Forestal (MMAyA)	Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (SRHU) (MMA)	Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil)	
Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) (MMAyA)	Agencia Nacional de Aguas (ANA)		Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) (MVOTMA)
Consejo Hídrico Federal (COHIFE)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (SNHN) (Ministerio de Defensa)	Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)		
Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA)		Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA)		Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio ambiente-MVOTMA)
Instituto Nacional del Agua (INA)		Instituto Nacional de Meteorología (INMET)		
Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Ministerio de Defensa)		Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación)		
Servicio de Hidrografía Naval (SHN) (Ministerio de Defensa)		Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA)		

### 3.2.6 Planes nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos (2007)	Plan Nacional de Cuencas (2006)	Plan Nacional de Recursos Hídricos	Plan Maestro Medio Ambiental para el Área de Influencia de la Entidad Binacional Yacyretá (EBY)	Plan Nacional de Aguas

### 3.3 Marco legal-institucional. Aspectos específicos

#### 3.3.1 Eventos hidrológicos extremos

##### *Acuerdos*

- Combate a la desertificación en países afectados por sequía grave (1994).
- Cooperación en la Cuenca Alta del Río Paraguay (Brasil-Bolivia). Objetivo: monitoreo hidrológico en la zona (2001).
- Protocolo adicional sobre emergencias ambientales (2004) del Acuerdo sobre Medio Ambiente del Mercosur (Argentina-Brasil-Paraguay-Uruguay) (2001).

##### *Normas nacionales*

###### **Argentina**

---

Ley N° 25675 (2002). Ley General del Ambiente. Art. 4. Mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos.

###### **Brasil**

---

Ley Federal N° 9433 (1997). Ley de Aguas (establece Plan Nacional de Recursos Hídricos, el cual contempla “Prevenir y defender contra eventos hidrológicos críticos”)

Ley 12608 (2012). Política Nacional de Protección y Defensa Civil (crea el sistema de informaciones y monitoreo de desastres)

---

##### *Planes nacionales*

###### **Argentina**

---

Plan Nacional Federal de Control de Inundaciones (relanzado en 2003)

---

### 3.3.2 Pérdida de calidad del agua

#### Acuerdos

- Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (1989), ratificada por los 5 países.
- Convenio de cooperación para prevenir y luchar contra incidentes de contaminación del medio acuático producido por hidrocarburos y sustancias perjudiciales (Argentina-Uruguay) (1987).
- Protocolo adicional sobre emergencias ambientales (2004) del Acuerdo sobre Medio Ambiente del Mercosur (Argentina-Brasil-Paraguay-Uruguay) (2001).

#### Normas nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Decreto 674 (1989), incorpora el principio quien contamina paga Código de Minería	Ley N° 318 (2012), declara como prioridad nacional, el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano a través de tecnologías adecuadas en todo el territorio	CONAMA 357 (2005). Clasificación de cuerpos de agua y directrices ambientales para vertido de efluentes Decreto N° 440 (2005). Control de la calidad del agua de sistemas de abastecimiento  CONAMA 396 (2008). Encuadramiento de las aguas subterráneas, áreas de protección de pozos y control de fuentes de potencial polución  CNRH 14,0 (2012). Otorgamiento de derechos de vertido de efluentes	Resolución SEAM N° 222/05, establece el padrón de calidad de las aguas  Ley N° 1614/2000, Marco regulatorio y tarifario del servicio público de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario	Decreto 253 (2009) y sus modificativos. Protección del Ambiente

**Planes nacionales****Brasil**

ANA. Programa Nacional de Evaluación de Calidad de Aguas

**3.3.3. Sedimentación de los cuerpos y cursos de agua****Normas nacionales**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Ley N° 13273 (1995). Ley de Defensa de la Riqueza Forestal	Ley N°1700 (1996). Ley Forestal	Ley N° 12651 (2012). Ley de protección de bosques y vegetación nativa (modificada por Ley ° 12727/12)	Ley N° 4241 (2012). Ley de restablecimiento de bosques protectores de los cauces hídricos de la Región Oriental y su conservación  Ley 3239/07 de Recursos hídricos	Código de Aguas  Ley N° 15239 (1981). Ley de Conservación de Suelos y Aguas  Ley Forestal (1987)

**Planes nacionales****Brasil**

Política Nacional de Agricultura–Ganadería–Bosques, Empresa Brasileña de Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA). Recuperación de pasturas degradadas con la adopción de sistemas de integración de esas actividades

**Instituciones**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTyD) (MAYDS)	Viceministerio de Tierras (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras)	Secretaría de Biodiversidad y Bosques (MMA)  Empresa Brasileña para la Producción Agropecuaria (EMBRAPA)	Secretaria del Ambiente (SEAM)  Instituto Forestal Nacional (INFONA)	Dirección General de Recursos Naturales Renovables (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca)  DINAMA (MVOTMA)  DINAGUA (MVOTMA)

### 3.3.4 Alteración y pérdida de la biodiversidad

#### Acuerdos

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (1973), ratificada por los 5 países.
- Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (2003), ratificado por Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay.
- Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional (1971), ratificada por los 5 países.

#### Normas nacionales

##### Brasil

Política Nacional de Biodiversidad

Ley N° 6902 (1981). Creación de Estaciones Ecológicas y de Áreas de Protección Ambiental

Ley N° 9985 (2000). Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza

CONAMA 303 (2002). Áreas protegidas

##### Paraguay

Ley N° 96 de Vida Silvestre, Ley N° 352 de Áreas silvestres protegidas

##### Uruguay

Ley N° 16408. Diversidad Biológica

Ley N° 19175. Recursos Hidrobiológicos

#### Instituciones

##### Argentina

MAyDS  
COFEMA

##### Bolivia

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión del Desarrollo Forestal, Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), entidad desconcentrada del MMAyA

##### Brasil

Secretaría de Biodiversidad y Bosques (MMA)  
CONAMA  
Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad (MMA)

##### Paraguay

SEAM

##### Uruguay

DINAMA (MVOTMA)

### 3.3.5 Uso no sostenible de recursos pesqueros

#### Acuerdos

- Estatuto del Río Uruguay (Argentina-Uruguay) (1975).
- Convenio sobre conservación y desarrollo de los recursos ícticos en los ríos Paraná y Paraguay (Argentina-Paraguay) (1996).
- Acuerdos entre Brasil y Paraguay para conservación de fauna acuática en ríos limítrofes (1994 y 1999).

#### Normas nacionales

#### Uruguay

Ley N° 19175 (2013). Ley de Recursos Hidrobiológicos

#### Planes

#### Brasil

Plan SAFRA de Pesca y Acuicultura

#### Paraguay

Plan Nacional de Pesca

#### Instituciones

#### Instituciones regionales

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná (COMIP)

#### Instituciones nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SPA) (Ministerio de Agroindustria)	Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (PACU) (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras-MDRT)	Ministerio de Pesca y Acuicultura (MPA)	SEAM	Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) (MGAP)

### 3.3.6 Utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas

#### Acuerdos

- Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní (2010) (Argentina-Brasil-Paraguay-Uruguay) (Ratificado por Argentina y Uruguay, todavía no entró en vigor).

#### Normas nacionales

##### Brasil

CNRH 16 (2001). Concesión de aguas subterráneas.

CNRH 22 (2002). Aguas subterráneas en los planes de recursos hídricos

CONAMA 357 (2005). Clasificación y encuadramiento de cuerpos de agua

CNRH 92 (2008). Protección y conservación de las aguas subterráneas

CONAMA 396 (2008). Encuadramiento de las aguas subterráneas, áreas de protección de pozos y control de fuentes de potencial polución

CNRH 153 (2013). Recarga artificial de acuíferos

##### Paraguay

Resolución SEAM 2155 (2005). Especificaciones técnicas para la construcción de pozos tubulares destinados a la captación de aguas subterráneas

##### Uruguay

Decreto N° 214 (2000). Plan de Gestión del Acuífero Guaraní

Decreto 86 (2004). Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para Captación de Aguas Subterráneas

#### Planes

##### Argentina

Plan Nacional Federal de Aguas Subterráneas (PNFAS) (Primera Fase de Ejecución)

##### Brasil

Programa Nacional de Aguas Subterráneas (SRHU)

**Instituciones**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
SSRH	MMAyA Servicio Geológico de Minas (SERGEOMIN)	MMA-SRHU ANA Servicio Geológico de Brasil-CPRM	SEAM	DINAGUA (MVOTMA) Comisión Acuífero Guaraní

**3.3.7 Conflictos por el uso del agua y el impacto ambiental de los cultivos irrigados****Normas nacionales**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Ley N° 25688 (2002). Ley de Presupuestos Mínimos de Gestión Ambiental del Agua	Ley N° 1333 (1992). Ley de Medio Ambiente	Ley Federal N° 9433 (1997). Ley de Aguas  CNRH 16 (2001). Concesión de aguas subterráneas  ANA 135 (2002). Otorgamiento de derecho de uso  ANA 425 (2004). Medición del volumen de agua captada en cuerpos de agua  CNRH 65 (2006). Articulación de los procedimientos de derechos de uso y licencia ambiental  Ley N° 12787 (2013). Política Nacional de Irrigación	Resolución SEAM 170 (2006). Aprobación del Reglamento del Consejo de Aguas por Cuenca Hídrica  Ley N° 3239 (2007). Ley de Recursos Hídricos  Ley N° 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental	Decreto-Ley N° 14859 (1978)  Ley N° 15239 (1981). Conservación de Suelos y Aguas  Ley N° 16466 (1994). Régimen de Evaluación de Impacto Ambiental  Ley N° 18610 (2009). Política Nacional de Aguas  Código de Aguas

## Planes

Argentina	Bolivia	Brasil	Uruguay
Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos (2007)	Plan Nacional de Cuencas (PNC) (2006) Plan Nacional de Riego para Vivir Bien (PNDR) (2007)	Política Nacional de recuperación de pasturas degradadas con la adopción de sistemas de integración cultivos-ganadería-bosques	Plan Nacional de Aguas

## Instituciones

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
SSRH COHIFE Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos (MMAyA) Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (MMAyA) Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRT), Viceministerio de Tierras (VT) Servicio Nacional de Riego (SENARI) (organismo descentralizado del MMAyA)	MMA-SRHU ANA CNRH Comités de Cuencas Hidrográficas Empresa Brasileña para la Producción Agropecuaria (EMBRAPA)	SEAM Consejo de Agua por Cuencas	DINAGUA (MVOTMA) MGAP- Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR)



Firma del Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní. Reunión del Consejo de Ministros de Relaciones Exteriores del Mercosur y Estados Asociados, ciudad de San Juan, Argentina, 2 de agosto de 2010.

### 3.3.8 Falta de planes de contingencia frente a desastres

#### Normas nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
<p>Ley N° 25675 (2002). Ley General del Ambiente. Art. 4: mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos</p> <p>Leyes N° 23879 y N° 24539. Evaluación del impacto ambiental de presas hidroeléctricas</p>	<p>Ley N° 13338 (1992). Ley de Medio Ambiente</p> <p>Ley N° 2140 (2000). Reducción de riesgos y atención de desastres y emergencias</p> <p>Ley N° 2335 (2002). Creación del Fondo de Fideicomiso para la reducción de riesgos y atención de desastres (FORADE)</p>	<p>Ley Federal N° 9433 (1997). Ley de Aguas</p> <p>Ley N° 12608 (2012). Política Nacional de Protección y Defensa Civil (PNPDEC) y Sistema de Informaciones y Monitoreo de Desastres</p> <p>Ley N° 12334 (2010). Política Nacional de Seguridad de Presas y creación del Sistema Nacional de Seguridad de Presas</p> <p>Resolución CNRH 143 (2012). Clasificación de presas</p> <p>Resolución CNRH 144 (2012). Directrices para la ejecución de la Política Nacional de Seguridad de Presas</p>	<p>Ley N° 2615, creación de la Secretaría de Emergencia Nacional (SEN)</p> <p>Decreto N° 11632 que la reglamenta</p>	<p>Decreto-Ley N° 14.859 (1978)</p> <p>Ley N° 18621. Sistema Nacional de Emergencias (SINAE)</p>

#### Instituciones

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
<p>SSRH</p> <p>COHIFE</p> <p>Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP) (SSRH)</p>	<p>MMAyA</p>	<p>MMA-SRHU</p> <p>ANA</p> <p>Ministerio de Integración</p>	<p>Secretaría de Emergencia Nacional (SEN)</p>	<p>SINAE</p> <p>DINAGUA (MVOTMA)</p>

### 3.3.9 Insalubridad de las aguas y el deterioro de la sanidad ambiental

#### Acuerdos

- Convención sobre Consentimiento Previo Informado para el Comercio Internacional de Sustancias Químicas y Agrotóxicos Peligrosos (2004), ratificada por los 5 países.
- Convención de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2004), ratificada por los 5 países.

#### Normas nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Ley N° 25675 (2002). Ley General del Ambiente	Ley N° 1333 (1992). Ley de Medio Ambiente	Ley N° 6938 (1981). Creación del Sistema Nacional de Medio Ambiente	Ley N° 3239 (2007). Ley de Recursos Hídricos	Decreto 253 (1979). Control de la polución del agua
Ley N° 25.688 (2002). Ley de Gestión Ambiental del Agua	Ley N° 300 (2012). Madre Tierra	Ley Federal N° 9433 (1997). Ley de Aguas	Ley N° 294 (1993). Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) (modificada por la Ley N° 345/94 y reglamentada por Decreto 453/13)	Ley N° 18610 (2009). Política Nacional de Aguas
Código Penal	Ley N° 318 (2012). Mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano	Decreto N° 440 (2005). Control de la calidad del agua de sistemas de abastecimiento	Código Penal	EIA: Ley N° 16466 (1994). Evaluación de Impacto Ambiental
		CONAMA 357 (2005). Clasificación de cuerpos de agua	Resolución Secretaría del Ambiente N° 222	Ley N° 17283 (2000). Protección del Ambiente
		CNRH 140 (2012). Otorgamiento de derechos de vertido de efluentes	Ley N° 2459/04, creación del Servicio de calidad y sanidad vegetal y de semillas (SENAVE)	Código de Aguas
			Ley N° 3742, Control de los fitosanitarios de uso agrícola	Código Penal

### Instituciones

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
MAyDS	Ministerio de Salud	Ministerio de Salud	SEAM	DINAGUA (MVOTMA)
SSRH		Ministerio de Ciudades	Dirección Nacional de Agua Potable y Saneamiento (DINAP) (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones)	Administración de las Obras Sanitarias del Estado (OSE) (servicio descentralizado que se relaciona con el Poder Ejecutivo a través del MVOTMA)
Ministerio de Salud		IBAMA	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSSAN)	Ministerio de Salud Pública
			Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social-MSPBS)	
			Dirección Nacional de Salud Ambiental (DIGESA)	
			SENAVE	

### 3.3.10 Navegación

#### Acuerdos

- Tratado de Yacyretá.
- Acuerdo para la regularización, canalización, dragado, balizamiento y mantenimiento del Río Paraguay (Argentina-Paraguay) (1979).
- Acuerdo sobre Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay-Paraná (firmado por los cinco países) (1992).

**Normas nacionales**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Código Civil Ley N° 20094 (1973). Ley de la Navegación	Decreto (17.01.1853) (Los ríos de Bolivia pueden ser navegados libremente por buques de todas las banderas)	Ley N° 9432 (1997). Transporte fluvial. Ley N° 9537 (1997). Seguridad del tráfico fluvial Ley N° 9611 (1998). Transporte multimodal de cargas	Código Civil Ley N° 475 (1957). Sanción del Código de la Navegación Fluvial y Marítima	Código de Aguas, Ley N° 12.091 (1954). Navegación y Comercio de Cabotaje Decreto-Ley N° 14859 (1978)

**Instituciones****Instituciones regionales**

Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná (CIH)

**Instituciones nacionales**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Ministerio de Transporte	Ministerio de Defensa	Ministerio de Defensa-Comando de Marina Ministerio de Transportes	Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) Ministerio de Relaciones Exteriores, Secretaria del Ambiente, Prefectura Naval de la Armada Paraguaya, Asociación de Armadores del Paraguay, Comisión Nacional Hidrovía	Dirección Nacional de Hidrografía (Ministerio de Transporte y Obras Públicas-MTOP) Dirección Nacional de Transporte (MTOP)

### 3.3.11 Hidroelectricidad

#### **Acuerdos**

- Convenio relativo al aprovechamiento de los rápidos del Río Uruguay en la zona de Salto Grande (Argentina-Uruguay) (1946).
- Convenio para estudio del aprovechamiento de los recursos del río Paraná (Argentina-Paraguay) (1971).
- Tratado de Itaipú para el aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos hidráulicos del río Paraná (Brasil-Paraguay) (1973).
- Tratado de Yacyretá (Argentina-Paraguay) (1973).
- Aprovechamiento de los recursos hídricos compartidos en el Río Uruguay y el Pepirí-Guazú (Argentina-Brasil) (1980).
- Acuerdo constitutivo de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (Argentina-Bolivia-Paraguay) (1995).
- Aprovechamiento de la Alta Cuenca del Río Bermejo y del Río Grande de Tarija (Argentina-Bolivia) (1995).

## Normas nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Ley N° 24065 (1991). Energía Eléctrica. Régimen legal	Ley N° 1604 (1994). Ley de Electricidad	<p>Ley N° 3890 (1961). Constitución de la empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS)</p> <p>Ley N° 7990 (1989). Institución para los Estados, Distrito Federal y Municipios compensación financiera por el resultado de la utilización de recursos hídricos para fines de generación de energía eléctrica, entre otros aspectos</p> <p>Ley N° 9427 (1996). Institución de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) y regulación del régimen de concesiones de servicios públicos de energía eléctrica</p> <p>ANEEL (2013). Regulación del Sector Eléctrico</p>	Ley N° 3009 (2006). Ley de la Producción y Transporte Independiente de Energía Eléctrica	Ley N°16832 (1997). Ley Marco Regulatorio del Sector Eléctrico.

## **Instituciones**

### **Instituciones regionales**

---

Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM)

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná (COMIP)

Itaipú Binacional

Entidad Binacional Yacyretá (EBY)

### **Instituciones nacionales**

---

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
Ministerio de Energía y Minería SSRH (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda)	Ministerio de Hidrocarburos y Energía	Ministerio de Minas y Energía Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL)	Administración Nacional de Electricidad (ANDE)	Ministerio de Energía, Industria y Minería

---



# Capítulo 4:

## Temas críticos transfronterizos

### 4.1 introducción

El Macro-Análisis Diagnóstico Transfronterizo (Macro ADT), desarrollado durante el período 2003-2005, identificó, con base científica y social, los temas críticos transfronterizos (TCT) presentes y emergentes en la CdP y sus cadenas causales<sup>5</sup>. El proceso de elaboración del Macro ADT (como ADT preliminar) fue desarrollado a través de talleres nacionales y regionales.

Los Temas críticos identificados fueron los siguientes:

- Los **eventos hidrológicos extremos** vinculados con la variabilidad y con el cambio del clima, particularmente las más prolongadas, recurrentes e intensas inundaciones y los amplios períodos de sequías que cíclicamente afectan partes de la Cuenca, con efectos sociales, económicos y ambientales devastadores. Se identificaron vacíos en la información y en el conocimiento del clima, con la consecuente incapacidad para prevenir, con mayor eficiencia, los efectos de la variabilidad y el cambio climático.
- La **pérdida de calidad del agua**, problema originado en los contaminantes orgánicos y químicos provenientes de fuentes puntuales, como las actividades mineras e industriales sin un adecuado tratamiento; las aguas servidas y residuos sólidos de los centros urbanos; las fuentes de contaminación difusa, fundamentalmente los cultivos agrícolas con uso intensivo de agroquímicos. Se identificó además la falta de estándares y de instrumentos comunes para determinar, de mutuo acuerdo, los parámetros de calidad y las limitaciones de la red de control y monitoreo de los cinco países, lo que

---

<sup>5</sup> El análisis causal fue desarrollado a través de talleres nacionales y regionales, con la participación de especialistas designados por cada país para los distintos temas. Las causas de los TCT fueron clasificadas de la siguiente manera: i) Causas técnicas: causas que se refieren al mal manejo de los recursos naturales escasos, como agua y suelo, al empleo de tecnologías inadecuadas, a la carencia de sistemas de monitoreo o la operación inadecuada de los mismos; ii) Causas económico-gerenciales: causas que derivan de las visualizaciones económicas inadecuadas o inadecuación de abordajes gerenciales; iii) Causas político-institucionales: causas derivadas del entorno institucional, es decir, del marco legal y organizacional de una región o país; y iv) Causas socio-culturales: aquellas en las que se basan los fundamentos sobre los cuales se forma la sociedad, tales como sus normas de comportamiento, ética, costumbres, tradiciones, religión, etc.

imposibilita realizar diagnósticos coherentes y abarcadores sobre la calidad de las aguas de los ríos de la Cuenca.

- La **sedimentación de los cuerpos y cursos de agua** de la Cuenca, que limita la capacidad de las vías navegables y de los puertos, con importantes costos de mantenimiento, que colmata los embalses de las presas y modifica la calidad de sus aguas; procesos estos causados por la creciente erosión y la degradación de la tierra que se ha incrementado por los cambios en el uso del suelo y la pérdida de cobertura vegetal.

Se destacaron, además, otros temas críticos de interés:

- La **alteración y pérdida de la biodiversidad**, en particular de los ecosistemas fluviales y costeros, incluyendo humedales, problemas causados principalmente por la pérdida y fragmentación de hábitats.
- El **uso no sostenible de recursos pesqueros**, ya sea por sobrepesca o falta de mé-



Ave del Pantanal, Jaburu Tuiuiu.

todos protectores de captura, que altera la estructura y funcionamiento de las comunidades acuáticas.

- La **utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas**, cuya conservación hace necesario gestionarlos en forma integrada con los recursos superficiales y el clima, atendiendo, en forma sostenible, las necesidades de desarrollo.
- Los **conflictos por el uso del agua y el impacto ambiental de los cultivos irrigados**, sin una visión de conjunto y capacidad de generar procesos participativos de los actores involucrados para su resolución equilibrada.
- La **falta de planes de contingencia frente a desastres**, incluyendo la seguridad de presas, problemas asociados con la prevención de accidentes y catástrofes vinculados principalmente con la navegación y con el transporte de materiales peligrosos y contaminantes.
- La **insalubridad de las aguas y el deterioro de la sanidad ambiental** y sus efectos en la salud humana, derivadas de la contaminación y modificaciones de la calidad de las aguas. Se destacó la incidencia del desarrollo urbano con servicios de saneamiento insuficientes y el avance de las cianobacterias, entre otros, reconociendo que es un problema que requiere importantes inversiones, de carácter fundamentalmente nacional, pero que tiene, además, una magnitud que conlleva aspectos transfronterizos.

Cabe señalar que en la Etapa 1, iniciada en marzo de 2011, se decidió incorporar como TCT a las limitaciones a la **navegación** y la **hidroelectricidad**, por ser dos sectores socioeconómicos fundamentales para la integración regional.

Como parte de las actividades iniciales de esa Etapa, se llevó a cabo un Taller Regional de Grupos Temáticos (junio 2011), donde se revisó y actualizó el documento de proyecto, en consideración al tiempo transcurrido desde la formulación de la propuesta (2005). Como resultado del proceso de revisión, se actualizó no solamente el Macro ADT y las cadenas causales de cada problemática, sino también la línea de base y los elementos de trabajo (objetivos, productos, resultados y actividades) de los componentes y sub-componentes del proyecto.

La ejecución del proyecto, durante el período 2011-2016, incluyó el desarrollo de actividades dirigidas a la profundización del estado de conocimiento de los distintos temas, lo que permitió la consolidación y actualización del diagnóstico. El proceso se desarrolló con el involucramiento de Grupos Temáticos (GT), a través de la participación de representantes de instituciones gubernamentales y académicas de los cinco países de la Cuenca, con competencia en cada uno de los temas (calidad de agua, balance hídrico, aguas subterráneas, degradación de tierras, hidrometeorología, ecosistemas, etc.).

Los trabajos de los GT fueron complementados con estudios específicos orientados a obtener conocimientos sobre temas críticos y prioritarios para la Cuenca, no contemplados en los componentes del proyecto. Entre estos se incluyeron estudios para conocer las limitaciones a la navegación y medidas para superarlas; el análisis del potencial hidroenergético y el posible uso de fuentes alternativas de energía, y los problemas vinculados con el saneamiento ambiental de la Cuenca, la incidencia sobre la salud humana y los efectos transfronterizos.

Asimismo se desarrollan Proyectos Piloto Demostrativos y proyectos prioritarios relacionados con problemas críticos de la Cuen-

ca, en áreas y subcuencas hidrográficas seleccionadas, llevados a cabo por actores locales y por las principales organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Los proyectos son ejecutados con el objeto de proveer información para la preparación del presente ADT, y para aportar experiencias de gestión local para su replicación como parte del Programa de Acciones Estratégicas (PAE), catalizando iniciativas existentes en los países involucrados.

Los proyectos piloto demostrativos son:

### ***Conservación de la biodiversidad en el río Paraná regulado***

*Países involucrados: Argentina, Brasil y Paraguay*

Su propósito es contribuir a mejorar la capacidad de gestión de los recursos acuáticos en el tramo del río Paraná comprendido entre la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay y los Saltos del Guayrá, zona donde se ubican dos de los más importantes embalses transfronterizos de la Cuenca, Itaipú y Yacyretá. Se generó una línea de base actualizada y se formularon lineamientos que pueden contribuir para el desarrollo de un plan de manejo para la conservación de los recursos acuáticos y se elaboró un conjunto de recomendaciones para armonizar legislaciones y para la capacitación de actores locales. Contribuye al conocimiento de los TCT relativos a alteración y pérdida de la biodiversidad y uso no sostenible de los recursos pesqueros.

### ***Sistema de alerta hidroambiental. inundaciones y sequías en la zona de confluencia de los ríos Paraguay y Paraná***

*Países involucrados: Argentina y Paraguay*

Su propósito es desarrollar un sistema de monitoreo y alerta hidroambiental para la



Parque Nacional El Palmar – Argentina.

gestión del riesgo (prevención, contingencia y rehabilitación) en el eje metropolitano de Resistencia–Corrientes (Argentina) y Pilar (Paraguay), contemplando además adaptaciones o acciones para hacer frente a los efectos hidrológicos de la variabilidad y el cambio climático, para prevenir los desastres por inundaciones y sequías y poner en práctica medidas de mitigación, en colaboración con autoridades de Defensa Civil. El sistema de alerta contempla la notificación de fenómenos hidrológicos extremos y de derrames de contaminantes y la preparación de planes de contingencia. Contribuye al conocimiento de los TCT sobre eventos hidrológicos extremos, falta de planes de contingencia frente a desastres y pérdida de calidad del agua.

### ***Resolución de conflictos por usos del agua - cuenca del río Cuareim/Quaraí***

*Países involucrados: Brasil y Uruguay*

Su propósito es ejecutar una experiencia local que contribuya a mejorar las capacidades de gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca, buscando su uso armónico entre usuarios nacionales y en el ámbito transfronterizo. Promueve el involucramiento de actores locales y de la Comisión Binacional existente para el desarrollo de la Cuenca y la conservación o mejoramiento de la calidad ambiental, orientando los procesos de toma de decisiones hacia un uso racional del agua, con vistas a la resolución de los actuales conflictos, incluyendo

la cuestión de los cultivos irrigados, particularmente del arroz. Contribuye al conocimiento de los TCT sobre “conflictos por el uso del agua y el impacto ambiental de los cultivos irrigados”.

### **Control de la contaminación y de la erosión en la cuenca del río Pilcomayo**

*Países involucrados: Argentina, Bolivia y Paraguay*

Su propósito es generar una experiencia de gestión local, contribuyendo a reducir tanto el riesgo por pasivos ambientales y de la contaminación minera, como el proceso de erosión de los suelos, sedimentación y colmatación en los cursos de agua del río Pilcomayo. Incluyó un conjunto de acciones en el ámbito local (cuenca de Cotagaita, en Bolivia). La finalidad es preservar y conservar la integridad del sistema de recursos hídricos de la subcuenca del Pilcomayo, mejorando la calidad del agua y el control de la erosión mediante medidas no estructurales, con vistas a disponer de una experiencia con posibilidades de réplica de acciones de control y mitigación de la contaminación y erosión. El proyecto contribuye al conocimiento de los TCT sobre pérdida de calidad del agua y sedimentación de los cuerpos y cursos de agua, considerando el efecto transfronterizo hacia Argentina y Paraguay.

Por su parte, dos proyectos prioritarios están dedicados a la Selva Misionera Paranaense (SMP) y al Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) (ver *Capítulos 1.3.11 y 1.4.1.3*, respectivamente). Un tercer proyecto se basa en la experiencia del Programa Cultivando Agua Buena (CAB), iniciado en 2003 por Itaipú Binacional, para mitigar pasivos ambientales y trabajar con vistas a una nueva cultura, la de la sustentabilidad socio-ambiental, incluyendo la

implementación de tecnologías adecuadas y buenas prácticas, con la participación de los diferentes actores sociales que poseen influencia sobre la calidad del ambiente y de vida: empresas, gobiernos, escuelas y universidades, organizaciones de la sociedad civil y medios de comunicación.

El CIC amplió el universo del Programa CAB en la Cuenca del Plata, inicialmente en las zonas de influencia de las otras dos centrales hidroeléctricas binacionales de la región, operadas por la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) y la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG). La delegación boliviana del PM (sin centrales hidroeléctricas binacionales en su territorio) fue invitada a enviar representantes de los organismos o instituciones que se consideraran adecuados para que conozcan la metodología de trabajo con vistas a su potencial réplica.

Los resultados de los diversos trabajos y estudios, incorporados de manera resumida en los capítulos anteriores y en este capítulo, forman parte de la base de este análisis.

La siguiente sección presenta una síntesis de los resultados para cada uno de los TCT, con el propósito de comprender mejor los problemas que se presentan y sus impactos sociales y económicos. Especial consideración se prestará a los probables efectos de la variabilidad y el cambio climático, en base a los productos que se reseñan en el *Capítulo 2*.

La síntesis se presenta a nivel de toda la Cuenca y, de acuerdo con la información disponible, para las subcuencas mencionadas en el *Capítulo 1.3*. Cabe señalar que la identificación de un problema en una subcuenca no necesariamente es indicativo de su ocurrencia en toda su extensión, pudiendo tratarse en realidad de problemas

puntuales que se manifiestan en una cierta zona de esa subcuenca, aspecto que se aclarará en cada caso.

El análisis incluye algunas consideraciones sobre los aspectos legales e institucionales y la identificación de las principales cau-

sas (técnicas, económico-gerenciales, político-institucionales y socio-culturales) que se detectaron para cada TCT al elaborar el Macro ADT. Sobre la base de estos elementos, se aportan recomendaciones para la preparación del Programa de Acciones Estratégicas (PAE).



Puerto de Montevideo, Uruguay.

## 4.2 Eventos hidrológicos extremos

### 4.2.1 Inundaciones

#### 4.2.1.1 Presentación del tema

Las inundaciones son el mayor riesgo de origen natural en la CdP. Son causadas por tres factores principales, el aumento natural de los caudales de los ríos en temporadas de lluvias, la expansión urbana desorganizada, que ocupa las planicies de inundación y el aumento en los niveles del agua subterránea.

La mayoría de los ríos de la Cuenca tiene amplias planicies de inundación que han sido ocupadas tanto por la población como por actividades agropecuarias. El río Paraguay posee grandes planicies con un régimen de escurrimiento lento, cuando ocurren inundaciones en sus márgenes. En las márgenes del río Paraná y en sus tributarios, como en el río Iguazú, existen importantes ciudades que son inundadas con gran frecuencia. Es el caso de las ciudades de Resistencia, Corrientes, Rosario y Santa Fe, las cuales sufren impactos importantes. El río Uruguay también presentó inundaciones significativas, principalmente en São Borja, Itaqué y Uruguaiana. En el tramo inferior compartido por Argentina y Uruguay, se observaron a fines de 2015 inundaciones aguas abajo de la presa de Salto Grande coincidiendo, a su vez, con la inundación histórica de Artigas y Quaraí, ciudades comprendidas en el proyecto piloto desarrollado en la cuenca del río Cuareim/Quaraí.

Desde 1970, las inundaciones se volvieron más frecuentes ocurriendo, en promedio, cada cuatro años. La mayor frecuencia está asociada con el fenómeno de El Niño y al impacto del uso del suelo en las cuencas altas.

Por su parte, en los últimos años se registró un aumento en el nivel del agua subterránea en la región pampeana, en Argentina, asociado a causas naturales y antrópicas. En áreas urbanas y suburbanas, el aumento del nivel freático genera daños en la infraestructura subterránea y aumenta la posibilidad de contaminación del agua subterránea. En las zonas rurales, la reducida profundidad y el afloramiento del agua ocasionan inundaciones en grandes áreas destinadas al uso agropecuario.

Aunque este problema se asocia, sobre todo, con causas naturales (mayormente, al aumento en las lluvias desde 1970), existen causas antrópicas como el planeamiento territorial inadecuado, la construcción de obras de infraestructura, como caminos, que obstruyen el escurrimiento superficial e incrementan la infiltración como consecuencia del aumento de la superficie irrigada.

#### 4.2.1.2 Impactos ambientales, sociales y económicos

No se han identificado estudios sistemáticos en la Cuenca para valorar las pérdidas o daños debido a las inundaciones. De acuerdo con estudios específicos (PM, 2016b), durante el evento de El Niño de 1982-83, las pérdidas estimadas en la Cuenca del Plata fueron de más de mil millones de dólares.

Por su parte, en Argentina los daños directos e intangibles de las inundaciones ocurridas entre 1987 y 1998 se estimaron en 2.640 millones de dólares, con más de 235.000 personas evacuadas. En el período 1991-92, significaron una pérdida de 513 millones de dólares, más de 3 millones de hectáreas inundadas y 122.000 personas evacuadas.

Estudios recientes encarados en Paraguay, en el marco del Programa de Apo-

yo a la Planificación Estratégica y Desarrollo Institucional del Sector de Drenaje Pluvial, se estimó que el costo de base de una inundación sobre una ciudad intermedia es del orden de 5 millones de dólares, valor que surgió de considerar, entre otras variables, pérdidas en el PBI por las horas de paro en jornada laboral, pérdida de ingreso de los trabajadores por hora de paro en jornada laboral, traslado de damnificados a albergues temporales, provisión de elementos de emergencia, reconstrucción de viviendas económicas medias, reconstrucción de viviendas sociales, rehabilitación de cauces y obras y operativos de retorno de los damnificados (PM, 2016b).

#### 4.2.1.3 Actividades desarrolladas

En 2005 se identificaron vacíos en la información y en el conocimiento del clima presente y futuro, por lo que se requería mejorar la capacidad de modelar los fenómenos de variabilidad y cambio climático para identificar los peligros y vulnerabilidades, así como planificar las medidas para la adaptación a los nuevos escenarios climáticos e hidrológicos.

Como respuesta se avanzó en un detallado diagnóstico de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico (observaciones meteorológicas e hidrológicas, así como radares y satélites meteorológicos) y de los sistemas de alerta existentes a nivel nacional y regional.

Por ejemplo, en Argentina, el proyecto SINARAME se ejecuta en dos etapas. En la primera, se desarrollaron y fabricaron los dos primeros radares (el prototipo RMA0 y el operativo RMA1) y se procedió al diseño e inicio de la implementación del Centro de Operaciones (COP) y la integración al COP de los radares existentes con trans-

misión. En 2015, el RMA0 fue puesto en funcionamiento en el aeropuerto de San Carlos de Bariloche, mientras que el RMA1 se encuentra instalado en la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Durante 2015-2016 se desarrollaría la segunda etapa del proyecto con la instalación de 10 radares meteorológicos en distintos sitios, 5 centros regionales de procesamiento y 55 estaciones meteorológicas automáticas. En esta segunda etapa el sector argentino de la CdP tendría cinco nuevos radares meteorológicos: Las Lomitas (Formosa), Resistencia (Chaco), Bernardo de Irigoyen (Misiones), Chajarí (Entre Ríos) y Ezeiza (Buenos Aires).

Por su parte, las actividades relacionadas con los modelos hidroclimáticos y escenarios para la adaptación, permiten disponer de escenarios hidroclimáticos generados por un modelo seleccionado por los países (ETA-INPE) y de un modelo hidrológico (MGB-IPH) instalado a nivel de los cinco países para analizar la situación actual y los escenarios futuros.

Para visualizar los efectos de las inundaciones, se realizaron mapas de vulnerabilidad, ocurrencia e impacto de ellas a escala de subcuencas, incluyendo un análisis regional de los resultados. Posteriormente, para cada una de las subcuencas analizadas, se identificaron áreas críticas urbanas y rurales. Se dispone así de un mapa de vulnerabilidad frente a inundaciones (Figura 4.2.1.3.1), así como de evaluaciones de vulnerabilidad para diferentes sectores socio-económicos.

Con especial énfasis se considera este tema en el Proyecto Piloto Demostrativo *Sistema de Alerta Hidroambiental. Inundaciones y sequías en la zona de confluencia de los ríos Paraguay y Paraná*, mencionado en el Capítulo 4.1.

Figura 4.2.1.3.1

Cuenca del Plata. Vulnerabilidad frente a inundaciones



Vulnerabilidad frente de inundaciones

- Alta (daños significativos)
- Media (daños razonables)
- Baja (daños localizados)

#### 4.2.1.4 Ampliación y actualización del conocimiento

Entre los principales resultados de los trabajos realizados sobre inundaciones se destacan los siguientes:

##### **Vulnerabilidad frente a inundaciones fluviales**

Sobre la base la cartografía SIG de la Cuenca del Plata y aplicando la metodología propuesta por la ANA (2011) se estudiaron los principales cursos de agua y se identificaron aquellos con vulnerabilidad alta, media y baja frente a inundaciones. Se analizó el 7,2% (67.820 km) de los cursos de agua de la Cuenca. Cabe señalar que aunque se utilizó la misma metodología para toda la Cuenca, al ser aplicada en cada país por expertos diferentes, los resultados podrían presentar algunas diferencias entre países y subcuencas, de tal forma que deberían tomarse como una primera aproximación al problema. En base a la metodología

aplicada se obtuvieron los siguientes resultados: de los cursos de agua analizados en el conjunto de la Cuenca, el 41% (27.806 km) presentan vulnerabilidad alta frente a inundaciones, el 35% (23.737 km) vulnerabilidad media y el 24% (16.276 km) vulnerabilidad baja. El detalle por subcuenca se presenta en la **Tabla 4.2.1.4.1**.

##### **Inundaciones urbanas**

Los estudios antecedentes indican de forma generalizada que uno de los principales problemas en la Cuenca del Plata es el de las inundaciones urbanas. Se analizó este aspecto en particular identificando de forma preliminar las poblaciones con potenciales problemas de inundaciones. Para ello se identificaron las poblaciones con más de 50.000 habitantes y las que tienen entre 10.000 y 50.000 habitantes, con un curso de agua cercano con vulnerabilidad alta frente a inundaciones ribereñas. Los resultados que se presentan deben considerarse como

**Tabla 4.2.1.4.1**

#### **Vulnerabilidad a inundaciones ribereñas en las principales subcuencas**

Subcuenca	Extensión analizada (km)	Vulnerabilidad frente a inundaciones		
		Alta (%)	Media (%)	Baja (%)
<b>Alto Paraguay</b>	4.579	65	25	10
<b>Bajo Paraguay</b>	17.417	38	41	21
<b>Alto Paraná</b>	11.939	23	40	37
<b>Bajo Paraná</b>	12.946	73	24	3
<b>Alto Uruguay</b>	4.454	55	19	26
<b>Bajo Uruguay</b>	13.334	27	39	34
<b>Río de la Plata (*)</b>	3.150	6	45	49

(\*) La subcuenca del Río de la Plata fue estudiada de forma parcial.

una primera aproximación al problema. Al considerar la Cuenca completa, se identificaron 92 ciudades con más de 50.000 habitantes y 226 poblaciones entre 10.000 y 50.000 habitantes con alta probabilidad de tener problemas frente a inundaciones ribereñas. El detalle por subcuenca se presenta en la **Tabla 4.2.1.4.2**.

Se generaron mapas de ocurrencia de inundaciones y mapas de impacto de inundaciones, tanto para la Cuenca (**Figuras 4.2.1.4.1 y 4.2.1.4.2**) como para las subcuencas.

El análisis de vulnerabilidad permitió asimismo identificar 87 ciudades de más de 50.000 habitantes y 226, entre 10.000 y 50.000 habitantes, con una alta probabilidad de tener vulnerabilidad alta frente a inundaciones. Por su parte, en las áreas rurales de cada subcuenca se identificó el uso del suelo asociado con vulnerabilidad alta (período de retorno menor a 5 años) frente a inundaciones (**Tabla 4.2.1.4.3**).

**Tabla 4.2.1.4.2**

**Número de poblaciones por subcuenca con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas**

Subcuenca	N° Poblaciones	
	> 50.000 hab.	10.000 - 50.000 hab.
<b>Alto Paraguay</b>	3	15
<b>Bajo Paraguay</b>	9	17
<b>Alto Paraná</b>	39	66
<b>Bajo Paraná</b>	22	77
<b>Alto Uruguay</b>	4	18
<b>Bajo Uruguay</b>	7	18
<b>Río de la Plata (*)</b>	8	15

(\*) La subcuenca del Río de la Plata fue estudiada de forma parcial.

**Tabla 4.2.1.4.3**

**Número de ciudades con vulnerabilidad alta y media a las inundaciones**

Subcuenca	Alta		Media	
	> 50.000 hab.	10.000-50.000 hab.	> 50.000 hab.	10.000-50.000 hab.
<b>Alto Paraguay</b>	3	15	3	19
<b>Bajo Paraguay</b>	34	66	42	98
<b>Alto Paraná</b>	4	18	1	8
<b>Bajo Paraná</b>	9	17	12	31
<b>Alto Uruguay</b>	22	77	8	21
<b>Bajo Uruguay</b>	7	18	5	9
<b>Río de la Plata</b>	8	15	13	10
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>226</b>	<b>84</b>	<b>196</b>

Figura 4.2.1.4.1

Cuenca del Plata. Ocurrencia de inundaciones



Ocurrencia de inundaciones:

- Alta: períodos de retorno menores a 5 años
- Medio: períodos de retorno entre 5 y 10 años
- Bajo: períodos de retorno mayores a 10 años

Figura 4.2.1.4.2

**Cuenca del Plata. Impacto de inundaciones**



**Impacto producido por inundaciones:**

- Alto
- Medio
- Bajo

**Impacto alto:** alto riesgo de daño de vidas humanas, daños significativos a servicios esenciales, instalaciones y obras de infraestructura pública y zonas residenciales.

**Impacto medio:** daños razonables a servicios esenciales, instalaciones y obras de infraestructura pública y residencial.

**Impacto bajo:** daños localizados.



Radar del SINARAME, Argentina.

#### 4.2.1.5 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

En términos generales, se observa aumento de lluvias, principalmente en la zona sur y sudoeste de la CdP (aunque en la zona norte se observa disminución), aumento en la frecuencia de lluvias intensas, aumento de caudales en los ríos y aumento de períodos secos. Todos estos factores indican una tendencia actual a un aumento de inundaciones ribereñas en la CdP.

En lo que respecta al análisis de posibles escenarios futuros, de acuerdo con los estudios disponibles de la variable precipitación (PM, 2016c), se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Para el período 2011-2040 se observa un aumento de hasta 1 mm/día en la zona sur y una disminución de hasta 3 mm/día en la zona norte de la Cuenca.
- Para el período 2041-2070, el aumento de hasta 1 mm/día se extiende en la zona sur, suroeste y oeste, mientras que en la zona norte y noreste, la disminución es de hasta 1 mm/día.
- En el período 2071-2099 continúa el aumento para la zona sur, oeste y norte y se observa disminución en la zona este para el trimestre diciembre-enero-febrero. Posteriormente, la señal indica un aumento moderado o neutro para el resto de los meses del año.

Si la tendencia actual se mantiene, la zona sur y suroeste de la Cuenca podrían tener mayores problemas de inundaciones ribereñas, mientras que en la zona noroeste, aun teniendo menor precipitación, ese problema dependerá de su reparto temporal si es homogéneo o si, por el contrario, continúa la tendencia actual, donde las lluvias se acumulan en menor cantidad de días.

## 4.2.2 Sequías

### 4.2.2.1 Presentación del tema

La sequía es un extremo hidrológico con bajas precipitaciones y caudales durante un período suficiente largo para afectar poblaciones y ambientes. A diferencia de las inundaciones, tiene un carácter lento y progresivo. Los datos disponibles sobre sequías y, en especial, sobre sus efectos sobre el medio ambiente y la economía, suelen ser escasos.

Cuando se habla de sequías, cabe distinguir el caso en el que la carencia o disminución de las precipitaciones afecta a áreas de diversa magnitud –por la reducción de la disponibilidad de agua, en cantidad y calidad, para satisfacer las demandas para los usos domésticos y agropecuarios, entre otros– del caso en que tal carencia o disminución se refleja en la reducción de caudales y niveles en los ríos –lo que a veces se conoce como “estiaje”– afectando en particular a la generación hidroeléctrica y la navegación.

En gran parte de su territorio, la Cuenca no presenta deficiencias significativas de agua para los usos actuales. En algunos de los mayores centros urbanos se suelen registrar bajos niveles de agua en las fuentes utilizadas para consumo humano. Esto se debe a que algunas de dichas ciudades se encuentran localizadas en las cabeceras de los tributarios de los principales ríos, lo que limita la disponibilidad de fuentes. San Pablo y Curitiba son dos buenos ejemplos de esta situación.

Argentina dedica gran parte de su territorio a actividades agropecuarias y forestales, generando una fuerte presión sobre sus recursos naturales, en particular sobre el suelo. En la provincia de Buenos Aires las sequías más severas ocurrieron en el inicio de la década del 70, con reducción de los eventos extremos después de 1972. Esta

tendencia de reducción en la disminución del riesgo de sequías severas y el aumento de las precipitaciones ha permitido, particularmente en el oeste de la llanura pampeana, un cambio del sistema agropecuario hacia un sistema solo agrícola.

En la región del Gran Chaco (compartida por Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay) la zona semiárida está sujeta a procesos erosivos y a la pérdida de fertilidad que son el resultado de exceso de actividad pecuaria y una agricultura no sostenible. Esta situación se agrava hacia el oeste, donde la región del Chaco Árido presenta las condiciones más extremas de aridez, observándose un proceso de desertificación.

### 4.2.2.2 Impactos ambientales, sociales y económicos

Existe un consenso general sobre la existencia de importantes consecuencias económicas adversas por la ocurrencia de sequías y que estas consecuencias se ven reflejadas a escala nacional, ya que afecta sectores importantes de la economía de los países de la CdP, como la producción agrícola y ganadera, la agroindustria, la generación hidroeléctrica y la navegación, entre otros. Sin embargo, es una tarea compleja el poder cuantificar económicamente el efecto de la sequía teniendo en cuenta todas sus implicaciones directas e indirectas. En el marco de las actividades del Proyecto se analizó la incidencia de la sequía relacionando la ocurrencia de un año seco con la variación del crecimiento del PBI de la subcuenca afectada por la sequía.

Aunque el valor de crecimiento del PIB en cada una de las subcuencas depende de la economía de los países que la componen y de muchos factores que son independientes de la situación de sequía, también es una constante en la mayor parte de las regiones la gran

influencia en el PBI de los sectores económicos relacionados con la disponibilidad o no del recurso agua. En promedio, los años secos identificados han supuesto una caída media del PIB del orden del 5 % (entre el 3 y 7 %).

#### 4.2.2.3 Actividades desarrolladas

Se estudió la vulnerabilidad frente a eventos de sequía; se realizó una caracterización espacio temporal de los períodos con déficit hídrico a nivel de subcuenca y con una escala temporal anual.

Asimismo, se realizó una caracterización de los períodos de déficit hídrico en las subcuencas, en base al cálculo del índice SPEI (*Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index*), con paso mensual para diferentes escalas temporales (1, 3, 6 y 12 meses) y un análisis de las variables evapotranspiración potencial (ETP) y precipitación (P) para el escenario actual y escenarios futuros. Se analizaron el escenario actual (1961–2005) y los escenarios futuros (2007–2040, 2041–2070, 2071–2099).

#### 4.2.2.4 Ampliación y actualización del conocimiento

Para el estudio de la vulnerabilidad frente a eventos de sequía, se utilizaron series mensuales de precipitación de 46 estaciones pluviométricas. Se identificaron los años secos en las series con datos completos (período de 1861 a 2014, en algunas estaciones) y la recurrencia promedio de dichos períodos. El tiempo medio entre años secos para el total de la CdP resultó en 6 años, variando según la subcuenca analizada entre 5 y 9 años.

A fin de evaluar un posible cambio de tendencia en el clima actual respecto de la serie histórica completa se identificaron los períodos secos para el período 1961–2014. El tiempo medio entre años secos para el total

de la CdP resultó en 9 años, variando según la subcuenca analizada entre 6 y 16 años.

Se observó que en aquellas zonas donde el tiempo medio de recurrencia de años secos es alto, la variación es mínima en los dos períodos analizados mientras que, en zonas donde el tiempo medio de ocurrencia de años secos es bajo, en la serie reducida, el tiempo entre sequías aumenta considerablemente.

Posteriormente, se realizó una evaluación inicial de la distribución espacio-temporal de las sequías. Se observó que para períodos con una buena representatividad espacial de la red pluviométrica en funcionamiento, anualmente la superficie con déficit hídrico varía entre el 5 y el 20% de la superficie de la cuenca total con algunos años particulares como el año 1962 con el 55%, el año 1968 y 1988 con el 33% y el año 2008 con el 48%. Al analizar la situación por subcuencas, se apreció que existe una variabilidad importante entre ellas, alcanzando valores de un 70 a 80% de superficie con año seco, aunque en esos mismos años la situación difiere en las otras subcuencas.

#### 4.2.2.5 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

Entre los principales resultados de la caracterización de los períodos de déficit hídrico en las subcuencas, en base al cálculo del índice SPEI para cada una de ellas, se destacan los siguientes:

**Alto Paraguay y Alto Paraná:** Se observa un aumento de los períodos secos, tanto en su duración como en su magnitud e intensidad media. Lo mismo ocurre con la cobertura espacial de los períodos secos. En el período 2007–2040 es cuando se da la peor situación, mejorando paulatinamente pero sin llegar a los niveles del período de control (1961–2005).

**Bajo Paraguay:** Los períodos secos aumentan considerablemente en duración, magnitud y cobertura espacial para el período 2007–2040, pero sin llegar a los niveles de las cuencas de Alto Paraguay y Alto Paraná. A partir del período 2041–2070 la situación va mejorando, aunque no se alcanza la situación del período de control. La cobertura espacial de la sequía también empieza a disminuir aunque se mantiene por encima de los niveles del período de control.

**Bajo Paraná:** En el escenario de control, la cuenca presenta un clima normal a levemente húmedo, con períodos secos puntuales de baja intensidad. En los escenarios futuros el clima se va tornando gradualmente más húmedo para los escenarios más lejanos en el tiempo, disminuyendo los períodos secos y su magnitud, intensidad y cobertura espacial. Por lo tanto, los escenarios futuros presentarían mayores recursos hídricos que el escenario de control.

**Alto Uruguay:** El clima en el escenario 1961–2005 alterna períodos secos y húmedos. En el escenario 2007–2040 se observan menos períodos secos, aunque con mayor duración e intensidad. A partir del escenario 2041–2070 predomina el clima húmedo, disminuyendo la cantidad de períodos secos, su duración, intensidad y cobertura.

**Bajo Uruguay:** La señal es clara indicando un aumento de los recursos hídricos a medida que se analizan los escenarios más lejanos en el tiempo. Los períodos secos disminuyen tanto en cantidad, duración, intensidad, como en cobertura espacial.

**Río de la Plata:** El escenario 1961–2005 se caracterizó por la alternancia de períodos secos y húmedos. En el escenario 2007–2040 se observa una fuerte disminución de los períodos secos, su duración y magnitud, así como su cobertura espacial. En el resto de

escenarios, aunque con una predominancia de clima normal a húmedo, se observan períodos secos puntuales. En todos los casos los períodos secos son menores a los observados en el escenario de control.

#### 4.2.3 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

Si bien el tema se encuentra poco desarrollado a nivel de cada país, existe un amplio paraguas tanto nacional como regional, constituido por varios tratados –que incluyen a los cinco países o a algunos de ellos– que respaldan la adopción de un marco armonizado que regule este TCT. En Paraguay hay una política nacional de prevención de desastres y de gestión y reducción de riesgos, ejecutada por la Secretaría de Emergencia Nacional y por una Comisión Nacional integrada por varias instituciones. El tratado de San Ramón de la Nueva Orán (1995), entre Argentina y Bolivia, establece un sistema de alerta hidrológica que podría ser tomado como modelo. Existe un Acuerdo OMM–CIC (2000) que podría relacionarse con el proyecto WIGOS en etapa de desarrollo. Se requiere armonizar normativas; los países podrían partir de una base en común y ajustar su legislación al Protocolo adicional al Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del Mercosur en materia de cooperación y asistencia ante emergencias ambientales.



Sequía en la región oeste del Chaco

#### 4.2.4 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<b>Causas técnicas</b>	<b>Causas económico-gerenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación y pérdida de cobertura vegetal.</li> <li>• Inadecuados sistemas de monitoreo y predicción hidrometeorológica e insuficiente investigación de eventos extremos.</li> <li>• Falta de definición de áreas de riesgo.</li> <li>• Carencias de planificación urbana y territorial.</li> <li>• Cambios de uso del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa coordinación de informaciones de eventos extremos.</li> <li>• Recursos económicos insuficientes.</li> <li>• Falta de capacidad operativa para la gestión y difusión de planes de ordenamiento territorial asociados con eventos extremos.</li> <li>• Falta de criterios económicos regionales para el manejo de eventos extremos.</li> <li>• Falta de manejo sustentable de la cuenca.</li> </ul>
<b>Causas político-institucionales</b>	<b>Causas socio-culturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de coordinación entre países para la implementación de un manejo común.</li> <li>• Falta de mecanismos de aplicación de normativas existentes.</li> <li>• Falta de marco legal de gestión de recursos hídricos transfronterizos.</li> <li>• Falta de políticas regionales de prevención de desastres.</li> <li>• Insuficiencia de capacidad técnica institucional en las áreas locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de procesos de educación y concientización.</li> <li>• Tendencia histórica a ocupación de áreas inundables.</li> <li>• Falta de concientización ambiental.</li> <li>• Falta de cultura para la búsqueda de soluciones colectivas.</li> </ul>

#### 4.2.5 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016b y 2016c) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Consolidar, ampliar y mejorar la coordinación entre los diversos sistemas de monitoreo, información, predicción climática y alerta temprana.
- Desarrollar sistemas de soporte para la toma de decisiones a nivel de cuenca y subcuencas.
- Mejorar la planificación urbana y territorial para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a eventos extremos.
- Promover la zonificación agro-ecológica para reducir el impacto de los eventos extremos.
- Promover el desarrollo de políticas regionales y el fortalecimiento del marco legal para la prevención y gestión de eventos extremos.
- Instrumentar políticas de planificación territorial y de gestión integrada de los recursos hídricos.
- Armonizar los marcos jurídicos para la gestión de los recursos hídricos transfronterizos.
- Promover la cooperación y coordinación institucional a nivel de cuenca, incluyendo la consolidación del CIC como organismo de coordinación y articulación institucional.
- Fortalecer y articular los organismos de gestión de los recursos hídricos en conjunto con los servicios meteorológicos y geológicos de los países de la Cuenca.
- Promover el monitoreo conjunto de los recursos hídricos compartidos.
- Buscar fuentes de financiamiento para las actividades conjuntas.
- Intercambiar experiencias sobre medidas de adaptación ante eventos extremos.
- Promover la integración de las aguas superficiales y subterráneas.
- Desarrollar y aplicar, a nivel sectorial y de subcuencas, metodologías para la cuantificación de los perjuicios económicos causados por los eventos extremos.
- Fortalecer los organismos nacionales para la gestión de eventos extremos.
- Intercambiar experiencias de gestión del riesgo entre los organismos nacionales, bilaterales y multilaterales.
- Desarrollar planes regionales de contingencia de áreas urbanas y rurales frente a inundaciones y sequías.
- Desarrollar e intercambiar experiencias sobre programas de investigación, concientización y educación ambiental relacionados con los eventos extremos.

## 4.3 Pérdida de calidad del agua

### 4.3.1 Presentación del tema

En relación con la pérdida de o amenazas a la calidad de los cuerpos de agua de la CdP se observa una problemática común, consecuencia principalmente de la contaminación de origen puntual y difuso de origen terrestre, además de las fuentes de contaminación originadas en actividades acuáticas, vinculadas con la navegación.

### 4.3.2 Actividades desarrolladas

Los cinco países prepararon una guía metodológica preliminar de calidad y cantidad de agua. Entre 2011 y 2015, elaboraron informes nacionales de calidad de agua, como guía para el monitoreo y se realizaron dos campañas de monitoreo de calidad y cantidad de agua en los cinco países de la Cuenca de acuerdo con esa guía. Se elaboró un inventario de fuentes de contaminación (puntuales y difusas) con estimación de las principales cargas contaminantes en la CdP. Con especial énfasis se considera este tema en los Proyectos Piloto Demostrativos *Sistema de alerta hidroambiental. Inundaciones y sequías en la zona de confluencia de los ríos Paraguay y Paraná y Control de la contaminación y de la erosión en la cuenca del río Pilcomayo*, mencionados en el Capítulo 4.1.

### 4.3.3 Ampliación y actualización del conocimiento

Las principales amenazas a la calidad del agua son la contaminación de origen puntual –consecuencia del vertido de efluentes cloacales e industriales y, en algunas zonas específicas, proveniente de la actividad minera y petrolera– y la de origen difuso, resultante de la actividad agropecuaria, además de los residuos sólidos urbanos que son vertidos por las redes de drenaje a los

cauces principales de los ríos. Cabe destacar que la contaminación del agua por Residuos Sólidos Urbanos es una temática que, en muchos cuerpos de agua internacionales, es considerada crítica y transfronteriza.

Por otra parte, los efluentes cloacales aportan una gran cantidad de lo que se ha dado en denominar contaminantes emergentes como, por ejemplo, antibióticos, tranquilizantes y otras drogas farmacéuticas que diariamente son ingeridas por la población y cuyos metabolitos finalmente son vertidos a los cuerpos de agua superficiales por las redes de saneamiento, representando una amenaza para los ecosistemas acuáticos.

En lo que respecta a la contaminación como consecuencia de actividades acuáticas, uno de los principales problemas es la contaminación biológica por especies invasoras (por ejemplo, el mejillón dorado).

A nivel de la CdP en su conjunto, se observa en términos generales que la contaminación orgánica de origen difuso –principalmente como consecuencia de actividades agropecuarias– predomina sobre la de fuentes puntuales. Sin embargo, ambas presentan una paridad en el caso de la subcuenca del Paraná y se invierte la predominancia para la subcuenca propia del Río de la Plata. Esto se explicaría por la presencia en esas subcuencas de las grandes metrópolis, como San Pablo y Buenos Aires, respectivamente.

El impacto generado por la materia orgánica cobra mayor relevancia en el caso de fuentes puntuales en cursos de bajo caudal, típicos de las cabeceras de cuenca, en contraposición con los grandes ríos, que se caracterizan por su alta capacidad de autodepuración.

Sin embargo, no puede dejar de mencionarse la cada vez más recurrente aparición de floraciones algales nocivas por cianobacte-

rias –por ejemplo, en las aguas del río Uruguay, la margen uruguaya del Río de la Plata y en la subcuenca del Río Santa Lucía (Uruguay) – como consecuencia de aportes de nutrientes provenientes de la actividad agropecuaria. Los tambos, criaderos de cerdos y pollos representan también otra importante fuente de aportes de materia orgánica, dependiendo sus impactos de la subcuenca o zona en consideración.

En lo que respecta a metales pesados, los aportes principalmente son consecuencia de la actividad industrial y minera. Por ejemplo, la contaminación por presencia de metales pesados en los ríos Pilcomayo y Bermejo tiene como origen la fuerte actividad minera en las cabeceras de sus respectivas cuencas sobre territorio boliviano. Constituye un caso emblemático considerando que es una actividad que se desarrolla desde la época precolonial.

Más allá de lo expuesto anteriormente, dada la gran superficie de la CdP y las diversas actividades antrópicas y su grado de desarrollo, cada subcuenca presenta sus particularidades en lo que respecta a la pérdida o amenazas a la calidad del agua.

### **Río Paraná**

El río Paraná se caracteriza por su gran poder de dilución y capacidad de autodepuración. No obstante, se observa degradación o pérdida de la calidad del agua en las zonas ribereñas de conglomerados urbano-industriales y en ríos y arroyos de la subcuenca, como por ejemplo, en las zonas de San Pablo, Brasilia y Curitiba, con gran demanda de agua y el correspondiente incremento de la carga de contaminantes vertidos.

Asimismo se observa que los efluentes industriales de las industrias ligadas a actividades agropecuarias, como la ganadería, el cultivo

de caña de azúcar y los criaderos de cerdos y de pollos, representan importantes aportes de contaminación por materia orgánica, con la consecuente disminución de los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua.

En la cuenca baja del río Paraná se observan problemas de contaminación, principalmente en grandes conglomerados urbanos, como las ciudades de Rosario y Santa Fe, y zonas con desarrollo industrial como, por ejemplo, la ciudad de Esperanza, que se caracteriza por la presencia de curtiembres que vierten sus efluentes en la zona norte de la cuenca del río Salado, afluente del Paraná.

### **Río Paraguay**

Se debe tener en cuenta especialmente la actividad minera en la cuenca alta del río Paraguay, en Bolivia y Brasil. Existen depósitos de estaño en forma de casiterita y drenaje ácido, consecuencia de la actividad minera y de sus pasivos ambientales. Las descargas de aguas utilizadas en la extracción y procesamiento, así como en la erosión y disolución de los desechos de minería, contaminan los ríos y las aguas subterráneas. La información sobre la afectación de los acuíferos es aún preliminar y la correspondiente a la contaminación de las aguas superficiales, como resultado del drenaje ácido de la minería a cielo abierto, no es del todo precisa. De ahí la importancia que tienen las acciones para prevenir y controlar la contaminación post-cierre de un emprendimiento minero.

Por su parte, en el sector brasileño de esa cuenca alta, los recursos hídricos se encuentran contaminados como resultado también de actividades mineras, principalmente en el Estado de Mato Grosso, y por los pesticidas utilizados en cultivos anuales en la región del Planalto.

Aguas abajo, en Paraguay, las mayores cargas de contaminantes provienen de la actividad agrícola (cultivos y pasturas) y, principalmente, de descargas de efluentes domésticos e industriales en áreas cercanas a grandes centros urbanos como Concepción, Asunción y Pilar.

Se observó una alta concentración de fenoles –indicando probable contaminación proveniente de industrias, entre ellas, la maderera– en el curso del río Paraguay, en Humaitá, y en uno de sus tributarios, el río Apa. Los fenoles son compuestos altamente tóxicos para las especies acuáticas y no pueden ser degradados biológicamente.

En uno de los principales tributarios del río Paraguay, el río Bermejo, existe un cierto grado de contaminación causada por desechos de petróleo, originados en los pozos de explotación petrolera que descargan, en distintos tributarios de la cuenca, las aguas utilizadas en la explotación, las que tienen alta salinidad, alta temperatura y trazas de hidrocarburos.

En el río Pilcomayo, que posee predominancia de especies de peces detritívoros, se han detectado altos contenidos de metales pesados. En Misión La Paz (provincia de Salta), se encontraron altas concentraciones de plomo, arsénico, cobre, mercurio, zinc y plata.

### **Río Uruguay**

En la cuenca alta del Río Uruguay, las mayores fuentes de contaminación industrial se encuentran en los tributarios, ríos Peixe y Canoas, que reciben altas cargas de contaminación de origen puntual y difusa, debido a la actividad industrial del Estado de Santa Catarina.

Los efluentes originados por industrias papeleras, curtiembres y alimentarias prove-

nientes de las ciudades de Caçador y Videira (cuenca del río Peixe) y Lages (cuenca del río Canoas) representan una fuente importante de contaminación por metales pesados y otras sustancias, además de materia orgánica. Estas cargas se han incrementado debido al crecimiento en la producción, la tercerización de la producción industrial y la dificultad en el tratamiento de pequeñas cargas, que llevan a la producción de cargas difusas para la cuenca.

La mayor parte de los efluentes urbano-industriales se descargan en los sistemas fluviales, con escaso tratamiento o sin tratamiento previo alguno, lo que genera condiciones ambientales inadecuadas en la mayoría de los ríos urbanos que drenan de dichas ciudades.

En esta subcuenca se observa un incremento de la aparición de floraciones algales nocivas (cianobacterias), consecuencia de procesos de eutrofización asociados a incrementos del vertido de nutrientes. En algunos casos estas floraciones pueden representar una amenaza para las fuentes de agua potable, ya que los tratamientos convencionales no remueven las cianotoxinas. Estos eventos de floraciones algales nocivas también se trasladan a la margen uruguaya del Río de la Plata.

### **Río de la Plata**

Más del 97 % del ingreso de agua dulce al Río de la Plata proviene de los ríos Paraná y Uruguay, correspondiendo el resto a numerosos ríos y arroyos que vuelcan sus aguas a la franja costera.

Tres fuentes de contaminación han sido identificadas como las responsables de la contaminación de la franja costera del Río de la Plata, el vertido de descargas de efluentes cloacales, el vertido de efluentes indus-

triales y el vertido de residuos sólidos urbanos. Los primeros dos están disminuyendo debido a la extensión de la red cloacal y a un mayor control de efluentes industriales. La presencia de residuos sólidos urbanos en diversos arroyos urbanos y suburbanos es una problemática creciente, principalmente debido a un incremento en la generación de residuos y a una baja aceptación del sistema de recolección de residuos, además del uso de los cursos de agua como recipiente de los residuos no reciclados y descartados por los individuos recolectores, los que son arrastrados, especialmente cuando llueve, por la red de drenaje a los cursos de agua superficiales que vierten sus aguas en la zona costera del Río de la Plata.

La asimetría en el desarrollo urbano e industrial entre ambas zonas costeras (uruguay y argentina) se ve reflejada en la calidad del agua y de los sedimentos. A modo de ejemplo, mientras en la margen occidental del Río de la Plata se ubican más de 15.000 industrias, en su margen oriental son alrededor de 200. Por lo tanto, la mayor contaminación de origen urbano-industrial proviene de las ciudades de Buenos Aires y su conurbano y de La Plata y Gran La Plata. Se destacan por su alto grado de contaminación las cuencas de los ríos de Matanza-Riachuelo y Reconquista, además de numerosos arroyos y ductos.

En el caso de Uruguay, los más afectados son los cursos acuáticos urbanos, los arroyos Carrasco, Miguelete, Pantanoso, Colorado y Las Piedras y muchos de sus tributarios, además de la Bahía de Montevideo y la sub-cuenca del río Santa Lucía, que es la fuente de agua potable de la ciudad de Montevideo.

En ambos países, los mencionados ríos y arroyos presentan en muchos de sus tramos prácticamente de forma permanente

bajos niveles de oxígeno (niveles de hipoxia o anoxia). Estos bajos niveles de oxígeno generan situaciones de anaerobiosis, con la consecuente emanación de olores desagradables y áreas ambientalmente degradadas.

Como en otros sistemas de transición, se observa una zona de agua más turbia o de “máxima turbidez”, en donde ocurre interacción entre el agua dulce del Río de la Plata y el agua salada del océano Atlántico, lugar donde se acumulan sedimentos (parte de ellos contaminados, por ejemplo, con metales pesados y compuestos orgánicos persistentes) y residuos sólidos de fuentes costeras del Área Metropolitana de Buenos Aires y de la Cuenca del Plata. Esto es causado por dos procesos simultáneos: i) algunas sustancias naturales (orgánicas e inorgánicas) transportadas por el agua dulce del Río de la Plata (ya sea disueltas o adsorbidas al material en suspensión) se condensan y precipitan cuando la salinidad aumenta repentinamente, y ii) el agua salada proveniente del mar ingresa en profundidad por su mayor densidad y peso y actúa como una cuña, forzando al material liviano asentado en el fondo a entrar nuevamente en suspensión, incrementando de esta forma la biodisponibilidad de los contaminantes “atrapados” en los sedimentos.

Puesto que la zona de “máxima turbidez” es un área de gran actividad biológica, existe peligro de que, si continúan incrementándose los niveles observados, los contaminantes acumulados puedan entrar en la cadena trófica con consecuencias nocivas. En dicha zona, varias especies de peces demersales y pelágicos se agrupan para alimentarse, desovar y desarrollar sus primeras etapas de vida.

Finalmente, es importante considerar que los problemas de contaminación costera, excepto a la altura de la zona de máxima

turbidez, no se reflejan en el cuerpo principal del Río de la Plata. Por lo tanto, el impacto de las áreas costeras urbanizadas sobre la calidad del agua y sedimentos generalmente está restringido a una extensión transversal variable, no superior a los 2 km de la costa. Esto se explica por el tipo de circulación en el Río de la Plata, que define tres corredores longitudinales al eje principal del mismo (fundamentalmente en el Río de la Plata Interior y Medio) lo que impide, en condiciones medias, la mezcla y difusión transversal.

### ***Estimación de Cargas de Contaminantes***

La principal fuente considerada para la estimación de cargas contaminantes de origen puntual fue la de origen doméstico o cloacal. Se asumió que los efluentes vertidos a la red cloacal reciben al menos un tratamiento primario. No se consideró la existencia de plantas con tratamiento secundario ya que, de existir, esas plantas tratarían una porción muy reducida de los efluentes por lo que, a escala de la CdP, sus impactos serían poco significativos.

Por otra parte, se consideró que los aportes originados por la actividad industrial no eran relevantes para la determinación de cargas contaminantes ya que, en principio, las industrias deberían cumplir con las normativas establecidas por cada uno de los cinco países. Sin embargo, no habría que olvidar la detección de sustancias, como los fenoles, mencionados anteriormente. En lo que respecta a la actividad minera, no se contó con información disponible para poder estimar los aportes puntuales resultantes de dicha actividad.

Por otra parte, se destacó la importancia de incluir emprendimientos agropecuarios, criaderos de cerdos, cría de ganado, etc., los cuales fueron abordados como aportes de

nutrientes de origen animal sobre la base del número de cabezas de ganado.

La metodología aplicada presenta restricciones y se trata de una primera aproximación en lo que respecta a la cuantificación de aportes de contaminantes de origen difuso y puntual. Además, fue aplicada considerando la información disponible, por lo que los resultados tienen un grado de incertidumbre importante.

### ***Estimaciones de cargas de contaminantes (nutrientes) de origen puntual y difuso***

A nivel cuantitativo, en relación con las descargas estimadas de origen difuso en las subcuencas de los ríos Paraná y Paraguay, es significativo el tipo de uso del suelo “cultivo” para los parámetros Nitrógeno (N) y Fósforo (P), teniendo sus máximos para estas subcuencas en Brasil y Argentina y, en menor grado, Paraguay (en la escala de 700 mil toneladas/año para Brasil, 200 mil/año para Argentina y 20 mil/año para Paraguay, para el parámetro Nitrógeno, en la subcuenca del río Paraná).

La metodología aplicada considera los aportes que realizan los animales, a partir de la orina y el estiércol. Como referencia se consideró la información correspondiente a los censos nacionales agropecuarios, donde se indica el número de cabezas de ganado por departamento/municipalidad. Se consideran los aportes de tres parámetros (Demanda Biológica de Oxígeno-5 días de reacción-DBO5, Nitrógeno y Fósforo) para los distintos tipos de ganado.

En el caso del ganado bovino, es significativo el aporte en las subcuencas de los ríos Paraná y Uruguay y, en menor grado, en el Río de la Plata, con rangos entre 670 y 1.175 toneladas/día de aporte para el caso de la DBO5. Con respecto al ganado ovino, las

subcuencas que aportan mayores cargas orgánicas son la del río Uruguay y la del río Pilcomayo. Con respecto al ganado caprino, la mayor significancia en aportes la genera la subcuenca del río Pilcomayo, seguida por la del río Bermejo. Finalmente, en el caso del ganado porcino, los mayores aportes significativos son generados en la subcuenca del río Pilcomayo, seguida por la del río Paraná y, en menor grado, la del río Uruguay.

En relación con los aportes domésticos, es significativo para los 3 parámetros (DBO5, P y N) el aporte de la subcuenca del río Paraná, en relación con las restantes subcuencas, con 3 órdenes de diferencia en escala de aporte para la DBO5 y 2 órdenes para los restantes parámetros. Sigue en importancia de aportes domésticos la subcuenca del Río de la Plata.

#### 4.3.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

El tema se encuentra desarrollado en todas las legislaciones nacionales con distinta in-

tensidad, por lo que existe un amplio paraguas tanto nacional como regional, constituido por varios tratados –algunos que incluyen a los cinco países y otros a algunos de ellos– que respaldan la adopción de un marco armonizado para regular este TCT.

Hay una guía metodológica aprobada en 1991 por los cinco países y está en proceso la configuración de otra con actualizaciones. Argentina y Uruguay han llevado a cabo monitoreos conjuntos en la zona de uso común del Río de la Plata, en el marco del proyecto FREPLATA; se acordaron objetivos de calidad para esa zona. Asimismo, Argentina, Bolivia y Paraguay realizan monitoreos conjuntos en la cuenca del río Pilcomayo, habiendo definido valores de referencia para metales entre los tres países, dada la prioridad de esa problemática para dicha subcuenca.

No hay articulación entre gobiernos centrales y locales, así como municipios que tienen competencia dentro de su territorio. Las instituciones son débiles y no hay suficientes recursos humanos.



La contaminación de las aguas de la Cuenca constituyen un riesgo potencial para la salud humana y para la biodiversidad.

### 4.3.5 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

Causas técnicas	Causas económico-gerenciales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso inadecuado de agroquímicos de la actividad agropecuaria y agroindustrial.</li> <li>• Tratamiento inadecuado de aguas residuales (domésticas e industriales).</li> <li>• Descarga de metales pesados producto de la actividad minera (Pilcomayo).</li> <li>• Inadecuada gestión de sustancias peligrosas.</li> <li>• Aporte de nutrientes a los cuerpos de agua.</li> <li>• Disposición inadecuada de residuos sólidos en valles de inundación.</li> <li>• Gestión inadecuada de residuos en el transporte transfronterizo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo y control insuficiente.</li> <li>• Falta de inversión en plantas de tratamiento de líquidos cloacales y de efluentes industriales, y mantenimiento deficiente de las plantas de tratamiento existentes.</li> <li>• Recursos insuficientes para la gestión adecuada de la calidad del agua.</li> <li>• Falta de recursos para la mitigación de la contaminación minera (Pilcomayo).</li> <li>• Manejo inadecuado de la actividad agropecuaria.</li> <li>• Falta de cuantificación y valoración de pasivos ambientales.</li> <li>• Actividad minera sin adecuación ambiental.</li> <li>• Falta de medidas no estructurales para el control de la erosión.</li> <li>• Falta de valoración económica del agua como recurso natural estratégico.</li> <li>• Falta de capacitación de gestores ambientales.</li> </ul>
Causas político-institucionales	Causas socio-culturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de visión y una política de gestión integrada en la cuenca.</li> <li>• Heterogeneidad de normas y estándares de calidad de agua.</li> <li>• Falta de políticas de desarrollo que estimulen el empleo de tecnologías limpias y la minimización de residuos.</li> <li>• Diferentes grados de desarrollo de las normativas sobre gestión de la calidad del agua y deficiencias en su aplicación.</li> <li>• Diferentes grados de consideración de la calidad del agua en las políticas de estado.</li> <li>• Dificultades de integración de los organismos ambientales y de recursos hídricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobreza y su consecuencia particular en la capacidad de gestión sustentable de los recursos hídricos.</li> <li>• Deficiencia en el cumplimiento de las normativas existentes.</li> <li>• Deficiencia en la educación hídrica ambiental.</li> <li>• Falta de conciencia sobre la valoración de bienes y servicios ambientales.</li> </ul>

### 4.3.6 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016d, 2016e y 2016f) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones como aporte para la preparación del PAE:

- Armonizar normativas y desarrollar criterios consensuados para la evaluación y el monitoreo de la calidad del agua.
- Buscar fuentes de financiamiento para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- Buscar fuentes de financiamiento para la implementación de mejores prácticas para el monitoreo y la gestión de la calidad ambiental en emprendimientos mineros.
- Promover la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y del uso racional de agroquímicos.
- Intercambiar experiencias sobre disposición y reciclaje de residuos sólidos urbanos.
- Intercambiar experiencias sobre la disposición de residuos en el transporte transfronterizo.
- Fortalecer los organismos encargados de la gestión de la calidad del agua.
- Desarrollar programas conjuntos de monitoreo de calidad y cantidad del agua entre los países.
- Desarrollar programas de capacitación de gestores ambientales.
- Desarrollar programas de capacitación y educación ambiental.
- Promover la participación ciudadana en la prevención de la contaminación doméstica y urbana.
- Desarrollar planes de valoración e implementación de servicios ambientales.

## 4.4 Sedimentación de los cuerpos y cursos de agua

### 4.4.1 Presentación del tema

El proceso de sedimentación altera y compromete la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y por ende de los bienes y funciones ambientales que ellos brindan. En la Cuenca del Plata, como resultado del desarrollo de la agricultura y las agroindustrias a gran escala, alrededor de la mitad de la vegetación natural ha sido cambiada por pasturas. La deforestación a causa de la agricultura ha reducido la capacidad de la tierra para capturar y almacenar carbono y agua y para anclar los suelos, lo que lleva a aumentos en las tasas de erosión en algunos sitios y de sedimentación en otros, provocando cambios en la disponibilidad de agua.

Las prácticas agrícolas a gran escala, dadas por la intensificación de la producción de soja desde principios de los años 90, y el desarrollo de una de las mayores industrias de cría de ganado del mundo, también han dado lugar a la compactación del suelo, la reducción en la infiltración del agua, el aumento de la escorrentía superficial y problemas de sedimentación.

La alta producción de sedimentos finos en su alta cuenca resulta ser el rasgo característico del río Bermejo, que aporta aproximadamente 100 millones de toneladas anuales de sedimentos al sistema Paraguay-Paraná-Delta y Río de la Plata. Los sedimentos finos son transportados hasta encontrar zonas de aguas muy tranquilas, desde el Bajo Paraná hasta el Río de la Plata, donde se depositan.

La producción de sedimentos de la alta cuenca del río Pilcomayo es algo mayor que la del río Bermejo. Con un caudal me-

dio anual de 210 m<sup>3</sup>/s y un aporte anual de sedimentos del mismo orden de magnitud que el Bermejo, no dispone de suficiente energía para transportar su carga sólida hasta el río Paraguay, por lo que deposita los sedimentos en los bañados de la planicie chaqueña en las proximidades de la frontera entre Argentina y Paraguay. Este aporte sólido de 110 millones de toneladas anuales ocasiona cambios morfológicos en los cauces, en los cuerpos de agua y en la altimetría de la planicie de inundación a escala anual.

### 4.4.2 Impactos ambientales, sociales y económicos

El aumento de la producción de sedimentos pronosticada implica un aumento del riesgo de cambios morfológicos en el cauce del río Bermejo inferior, un aumento en los costos de clarificación del agua en las plantas de agua potable en todo el recorrido fluvial hasta el Río de la Plata y un aumento de los volúmenes de dragado en canales transversales del río Paraná, canales del Río de la Plata y en los puertos y accesos a puertos.

### 4.4.3 Actividades desarrolladas

Como aportes para la actualización del diagnóstico se dispone de informes nacionales sobre la información existente sobre uso y degradación de la tierra, proyectos, cartografía y publicaciones; un documento integrado con identificación de áreas degradadas críticas; mapas de uso actual de la tierra y tipos de suelo, así como un mapa estimativo de producción de sedimentos; un diagnóstico sobre la degradación de la tierra en la Selva Misionera Paranaense y un inventario de buenas prácticas y tecnologías de uso y manejo sustentable de suelos. Con especial énfasis se considera este tema en el Proyecto Piloto Demostrativo

*Control de la contaminación y de la erosión en la cuenca del río Pilcomayo, mencionado en el Capítulo 3.1.*

#### 4.4.4 Ampliación y actualización del conocimiento

Entre los principales resultados de los trabajos realizados se destacan los siguientes:

- La mayor producción específica de sedimentos se verifica en el sector andino de la Cuenca. Las fuentes de sedimento más destacables son las altas cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. En el resto de la Cuenca, los problemas de erosión y sedimentación,

resultantes de las actividades agropecuarias, merecen también especial consideración porque generan pérdida de productividad y deterioro de la estructura y del espacio poroso.

- El río Bermejo descarga un caudal medio anual de 446 m<sup>3</sup>/s, lo que representa el 2,5% del módulo del río Paraná en Corrientes. En contraste, tiene mucho peso el aporte de caudal sólido al sistema Paraguay-Paraná-Delta del Paraná-Río de la Plata, ya que los 100 millones de toneladas/año de sedimentos en suspensión constituye cerca del 75% del total presente en el río Paraná. En las últimas décadas este porcentaje fue



La cuenca del río Iruya genera una gran proporción de sedimentos que luego se depositan en el Delta del Paraná y Río de la Plata.

en crecimiento debido a la ejecución de presas en Brasil en la cuenca alta del río Paraná, las cuales retienen los sedimentos respectivos.

- El río Pilcomayo tiene un caudal medio anual de 203 m<sup>3</sup>/s y un aporte anual de sedimentos del mismo orden de magnitud que el Bermejo, pero no dispone de suficiente energía para transportar su carga sólida hasta el río Paraguay.
- La concentración media anual de sedimentos de la CdP (150 mg/l) es moderada para un río de una cuenca en zona tropical, pero es un parámetro decisivo para la potabilización del agua de los ríos y en la sedimentación de canales de navegación con velocidades muy bajas (debajo de 30 cm/s).
- En los afluentes del río Paraguay en el Pantanal se han registrado valores máximos de la concentración media anual de 500 mg/l, lo que corresponde a una erosión media de 146 t/km<sup>2</sup>/año en cuencas de un área media de 17.000 km<sup>2</sup>.
- En la zona sudoeste de Brasil próxima a la frontera con Argentina, que abarca los tramos medios e inferiores de los afluentes de margen izquierda del río Paraná desde el río Paranapanema hacia aguas abajo y una parte sustancial de la cuenca del río Uruguay, la concentración media anual se encuentra en el entorno de 100 mg/l y la producción específica de sedimentos es del orden de 95 t/km<sup>2</sup>/año.

### **Análisis por subcuenca**

A partir de un análisis realizado en las siete subcuencas, destinado a la identificación de los principales temas críticos ligados a la producción y el trans-

porte de sedimentos, se concluyó que las siguientes subcuencas requerirían mayor atención:

#### **Alto Paraguay:**

El río Parapetí nace en la cordillera oriental de las sierras subandinas y forma un abanico aluvial de varias decenas de kilómetros cuadrados en Bolivia y Paraguay. Su cauce permanente actual se derrama en el bañado de Izozog, pero durante la temporada de lluvias se produce una importante transfluencia que forma el río Timané, que corre hacia el este y desemboca en el río Paraguay. En años excepcionalmente húmedos, los bañados rebalsan y alimentan las nacientes del río San Julián el cual, aguas abajo, se transforma en el río San Pablo, para finalmente desembocar en el río Iténez, en la frontera con el Brasil. En la dinámica actual, en el cauce del río Parapetí se pueden observar procesos de sedimentación fluvial, que ocurren por el cambio de pendiente del curso del río. En época de lluvias el río transporta material sedimentario por arrastre y suspensión. Los materiales gruesos se depositan próximos a la salida de la serranía subandina y los materiales, cada vez más finos, se van depositando a medida que recorre la llanura, hasta llegar a los bañados del Izozog, donde se acumula material muy fino.

#### **Bajo Paraguay:**

La producción de sedimentos de la alta Cuenca del río Pilcomayo es algo mayor que la del río Bermejo, pero esta carga es depositada en bañados de su cono aluvial, en la planicie chaqueña y consecuentemente no llegan a descargarse en el río Paraguay-Paraná. Han sido identificados procesos fluviales transfronterizos conflictivos vinculados con la temática hídrica: i) uso del agua en una zona con dé-

ficit hídrico, ii) morfología cambiante del cauce debido a la erosión y transporte de sedimentos, iii) pesca y fauna ictícola, particularmente la migración de sábalo desde la cuenca baja hacia la cuenca alta, y iv) riesgo de contaminación debido a la minería en la alta cuenca, proveniente de pasivos ambientales y de actividades actuales. La sedimentación total del cauce hasta niveles superiores a la planicie de inundación es un problema morfológico que afecta la gestión de la cuenca. Consecuentemente, los caudales del río desbordan sobre la planicie formando nuevos bañados con periodicidad anual.

El aporte de limos y arcillas del río Bermejo constituye el 90% de los finos transportados por el río Paraná, los que sedimentan predominantemente en el Río de la Plata.

La zona de mayor actividad fluviomorfológica es el Río de la Plata Superior, contiguo al Delta, y el monto anual de limos y arcillas dragados en los canales de navegación en el Río de la Plata equivalen al 23% del aporte total del río Bermejo. Se identifican medidas de manejo en la alta Cuenca del Bermejo que afecten sustantivamente la cantidad de los sedimentos generados para el conjunto de la cuenca. Las zonas más productoras de sedimentos de la alta Cuenca del Bermejo no están afectadas significativamente por acciones antrópicas actuales, pero problemas puntuales de producción de sedimentos en la cuenca podrían resolverse mediante medidas estructurales y no estructurales.

#### 4.4.5 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

Los cambios en la temperatura y precipitación se manifestarán en variacio-

nes en las tasas de producción y transporte de sedimentos de las cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. Hay una tendencia a mantener las tasas actuales para los próximos 30 años, y un decrecimiento para el período 2041-2070 en ambas cuencas, con mayor importancia en la cuenca del río Pilcomayo.

Por su parte, los problemas de erosión y sedimentación resultantes de las actividades agropecuarias son causa de un aumento del escurrimiento o encharcamiento –además de pérdida de productividad– según sea la pendiente del terreno, y de que el suelo transportado y transformado en sedimentos llegue a las aguas superficiales, produciendo contaminación con materia orgánica, nutrientes y agroquímicos.

#### 4.4.6 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

Hay poca consideración respecto de una gestión conjunta del uso del suelo y el agua. No obstante, hay normativa internacional ya aceptada, como las Convenciones originadas en Río 92 sobre Biodiversidad, Desertificación y Cambio climático, ratificadas por todos los países. También se dispone del Digesto Ambiental para el Gran Chaco Americano, considerando los recursos suelos, biodiversidad y aguas, entre otros aspectos, el cual tuvo validación a nivel de talleres. Este marco ambiental podría ser aplicable a otras zonas de la Cuenca. Asimismo se ha producido legislación interna en algunos países, la cual debería tomarse como modelo para la armonización entre ellos y se han implementado planes de manejo de suelo y agua, como los existentes en Uruguay, que podrían tomarse como guía para su aplicación en los restantes países de la Cuenca.

#### 4.4.7 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

Causas técnicas	Causas económico-gerenciales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso y manejo inadecuado de los suelos (actividad agrícola en expansión, uso de suelos marginales, eliminación de pasturas naturales, sobrepastoreo).</li> <li>• Excesiva expansión de la frontera agrícola.</li> <li>• Compactación del suelo.</li> <li>• Deforestación de monte ribereño y selva autóctona (río Uruguay).</li> <li>• Inadecuada construcción y mantenimiento de infraestructuras.</li> <li>• Erosión generada por la actividad minera (ríos Pilcomayo y Bermejo).</li> <li>• Erosión de costas por fluctuación marcada por operación de grandes presas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debilidad en la gestión y administración de los organismos.</li> <li>• Inadecuada aplicación e insuficientes recursos económicos para el monitoreo, control y mitigación.</li> <li>• Falta de aplicación y complementación de los planes de ordenamiento territorial, especialmente a nivel de cuenca.</li> <li>• Actividad pecuaria extensiva y agricultura de mono cultura, principalmente de soja.</li> <li>• Falta de estímulos, extensión y capacitación para aplicar técnicas agrícolas sustentables.</li> <li>• Debilidad institucional para garantizar el cumplimiento de legislaciones ambientales.</li> </ul>
Causas político-institucionales	Causas socio-culturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debilidad técnica-económica por parte de los organismos estatales.</li> <li>• Insuficiente articulación institucional: deficiente aplicación e inadecuada armonización regional de las normas de protección y uso de recursos naturales.</li> <li>• Decisiones institucionales basadas en la rentabilidad a corto plazo y no en la aptitud de uso del suelo.</li> <li>• Burocracia y centralismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitada conciencia política y ciudadana.</li> <li>• “Chaqueos” o quemas.</li> <li>• Afán de lucro desmedido de los propietarios (productores). Visión cortoplacista en los arrendamientos.</li> <li>• Percepción de inagotabilidad de los recursos naturales.</li> </ul>

#### 4.4.8 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016g, 2016h y 2016i) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Promover el desarrollo y armonización de normas de protección y uso de los recursos naturales.
- Desarrollar planes de ordenamiento territorial y zonificación agro-ecológica.
- Fortalecer las capacidades institucionales para la gestión del uso del suelo.
- Fortalecer la articulación institucional a nivel nacional y regional.
- Desarrollar programas de monitoreo, investigación y estudios aplicados sobre erosión, generación y transporte de sedimentos.
- Implementar programas de recuperación de suelos y control de erosión en áreas prioritarias.
- Desarrollar planes de manejo integral de cuencas prioritarias.
- Desarrollar programas para la preservación y restauración de bosques y vegetación ribereña.
- Desarrollar programas de agricultura sostenible.
- Desarrollar programas de capacitación y extensión en técnicas de manejo y conservación de suelos.



Las aguas turbias del Río de la Plata. A la izquierda, el Delta del Paraná.

## 4.5 Alteración y pérdida de la biodiversidad

### 4.5.1 Presentación del tema

La CdP es una región de extraordinario valor ecológico. Su amplia variedad climática y geológica, sumada a la gran disponibilidad de agua en gran parte de su territorio, han permitido el desarrollo de una gran diversidad de ecosistemas y de especies. Sin embargo, existe una gran preocupación por la amenaza a la integridad ecosistémica motivada por el avance de las actividades antrópicas.

### 4.5.2 Actividades desarrolladas

Como aportes para la profundización del conocimiento, el trabajo conjunto de los cinco países brinda un inventario de áreas prote-

gidas y humedales de la Cuenca –por país, e integrado– siguiendo una metodología común; una evaluación de la pérdida de hábitats naturales, incluyendo la reducción de la Selva Misionera Paranaense (SMP); una identificación de los impactos y las medidas de control sobre especies exóticas existentes en los países; un documento de integración conteniendo los lineamientos para una estrategia de conservación de la biodiversidad, propuesta de corredores ecológicos y conservación y gestión de humedales, y réplicas del Programa Cultivando Agua Buena, en curso en microcuencas próximas al área de influencia de las presas con centrales hidroeléctricas binacionales (Itaipú, Yacyretá y Salto Grande). Con especial énfasis se considera este tema en el Proyecto Piloto Demostrativo *Conservación de la biodiversidad en el río Paraná regulado* mencionado en el *Capítulo 4.1*.



Cultivo de té en la región de la Selva Misionera Paranaense.

### 4.5.3 Ampliación y actualización del conocimiento

Los trabajos realizados han permitido identificar los siguientes problemas:

- Pérdida/alteración de hábitats, fragmentación y pérdida de conectividad, que puede agravarse por efectos del cambio climático en áreas críticas o más vulnerables por el ascenso del nivel de las aguas.
- Pérdida de integridad (bienes y servicios) por riesgo ambiental, con impactos sobre la biodiversidad en toda la CdP, principalmente en el Pantanal y en la SMP.
- El bajo porcentaje de áreas protegidas, incluyendo las que cuentan con algún tipo de protección, pone en riesgo los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas.
- Las presas han afectado algunas planicies de inundación y han interrumpido corredores migratorios.
- Los moluscos bivalvos del género *Corbicula* y el mejillón dorado *Limnoperna fortunei* son algunas de las especies que demandan la mayor atención por su notable distribución en toda la Cuenca y sus impactos probados sobre la fauna nativa, el ecosistema, las obras de infraestructura (como tomas de agua) y otras actividades humanas.

#### Selva Misionera Paranaense (SMP)

La topografía de la SMP comprende desde áreas relativamente planas con suelos profundos, cerca del Paraná y otros ríos principales, con altitudes de entre 150 y 250 msnm, hasta una meseta relativamente plana con altitudes de entre 550 y 800 msnm. Las áreas que se ubican entre los

principales ríos y la meseta, con altitudes de entre 300 y 600 msnm tienen pendientes relativamente pronunciadas y están muy expuestas a la erosión del suelo cuando se retira el bosque.

Sus suelos son relativamente ricos en nutrientes. Los suelos rojos, que son profundos cerca de los ríos, se vuelven menos profundos y más rocosos en altitudes mayores. Hay mucha diferencia en los tipos de suelos, que varían en textura, composición química y acidez.

La ecorregión tiene un clima subtropical (con una media de 16–22°C). En su porción sur, las heladas son comunes (junio-agosto), especialmente en las zonas altas. Las precipitaciones en la región varían de 1.000 a 2.200 mm por año, generalmente con menos precipitaciones en la parte norte que en la parte sur.

Las precipitaciones no están distribuidas uniformemente en el año, y algunas zonas presentan hasta 5 meses secos. El aumento de precipitaciones durante eventos El Niño produce grandes variaciones interanuales. Las precipitaciones y la alta estacionalidad de la temperatura y de la luz determinan un patrón estacional de productividad primaria de la selva y, asociado con ella, una marcada estacionalidad en la disponibilidad de alimentos para las especies animales folívoras, frugívoras e insectívoras.

En la SMP se han registrado más de 3.000 especies de plantas vasculares, numerosos mamíferos, una rica diversidad de anfibios, reptiles, invertebrados y marsupiales, y más de 550 especies de aves, con una gran concentración de especies endémicas. La vegetación predominante es el bosque subtropical semi-deciduo. Las variaciones en el ambiente local y el tipo de suelo permiten la existencia de diferentes comunidades vegetales, bosques en galería, selvas de bambú, bosques

de palmito (*Euterpe edulis*) y bosques de pino Paraná (*Araucaria angustifolia*). La mayoría de los bosques han sido explotados para obtener madera; algunos bosques secundarios se están recuperando de la deforestación. Así, los fragmentos de bosque están compuestos de bosques primarios y secundarios en diferentes estadios de sucesión.

Las principales cuestiones asociadas con la degradación de la tierra afectan de igual manera a la población de los tres países que comparten este ecosistema: la pérdida de suelos como producto de la deforestación y la conversión a tierras agrícolas o ganaderas, la alteración de la biodiversidad, la pérdida de calidad del agua y los conflictos socioeconómicos asociados con estos procesos. Sumado a ello, la variabilidad y el cambio climático y la consecuente alteración del régimen de lluvias pueden incrementar la erosión hídrica, dando por resultado un mayor empobrecimiento de los suelos, un aumento de la sedimentación en los cauces de los ríos (con la pérdida de calidad de sus aguas) y desertificación.

Esos procesos de degradación de la tierra en la SMP han sido abordados por los diferentes países a través de distintas estrategias de acción y respuesta. Las medidas de conservación de los relictos de la SMP se centran principalmente en la implementación de una red de áreas destinadas a la conservación.

### **Análisis por subcuenca**

#### **Alto Paraguay:**

En esta subcuenca se encuentra el Pantanal, uno de los humedales de mayor trascendencia para la biodiversidad acuática de la Cuenca. La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (40%) y presenta riesgo ambiental por pérdida de integridad. Se han crea-

do 61 áreas protegidas que cubren un 12,6% de su área. Existen 6 sitios Ramsar (46.500 km<sup>2</sup>), 2 Reservas de Biosfera MAB (326.492 km<sup>2</sup>) y 19 áreas de importancia para aves (IBA). Es la subcuenca menos poblada, con 2,4 millones de habitantes.

#### **Bajo Paraguay:**

La subcuenca ha sufrido una pérdida de ecosistemas terrestres del 15%. Se han planeado 3 reservorios de agua importantes en las nacientes del río Bermejo. Es una de las subcuencas menos pobladas (2,8 millones de habitantes). Se han creado 66 áreas protegidas que cubren un 7,4% de su área, lo que representa un nivel de protección bajo, ya que no alcanza la Meta del 10% de la CDB para el 2010. La designación de 9 sitios Ramsar (11.384 km<sup>2</sup>), 6 Reservas de Biosfera (21.097 km<sup>2</sup>) y 94 áreas de importancia para aves (IBA) es una muestra clara de la alta priorización internacional recibida por la subcuenca.

#### **Alto Paraná:**

La subcuenca ha sufrido una muy alta pérdida de ecosistemas terrestres (75%). No existen sitios Ramsar, lo que indica la ausencia de grandes humedales de relevancia internacional. El alto Paraná y sus afluentes han sufrido grandes modificaciones para el control de inundaciones y la generación de energía hidroeléctrica (43 grandes reservorios), que afectan las respectivas planicies de inundación. Es la subcuenca más poblada, con 61,8 millones de habitantes, presentando una alta densidad poblacional (6,9 hab/km<sup>2</sup>), con 6 ciudades importantes, incluyendo la capital de Brasil, Brasilia. Existe un gran número de áreas protegidas (313), pero cubren solo un 7,7% del área de la subcuenca. La Reserva de Biosfera (MAB-Unesco), Bosque Mbaracayú (2.800 km<sup>2</sup>), está en parte in-

cluida dentro de esta subcuenca. Existen 32 IBA dentro de sus límites.

### **Bajo Paraná:**

Existen varios humedales destacados, como los sitios Ramsar Lagunas y Esteros del Iberá, Humedales Chaco, Jaukanigás, Reserva Otamendi y la Planicie de inundación del bajo Paraná, Delta del Paraná (Argentina). La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (40%) y presenta riesgo ambiental por pérdida de integridad.

Se han construido 3 reservorios asociados a presas, uno en el río Juramento (Cabra Corral, Salta, Argentina) y dos en el Paraná: las presas de Yacyretá y de Itaipú. Otras obras que impactan al ecosistema son la conexión vial Rosario-Victoria, la expansión inmobiliaria sobre humedales y la pérdida de estos por construcción de albardones para aprovechamiento de la agricultura y cría de ganado. La población asciende a 9,5 millones (1,6 hab/km<sup>2</sup>), con 7 ciudades importantes. Se han creado 82 áreas protegidas que cubren solo un 5,6% del área, un nivel de protección muy por debajo de la Meta del 10% impulsada por la CDB para el 2010. La designación de 5 sitios Ramsar (10.950 km<sup>2</sup>), 2 Reservas de Biosfera (10.619 km<sup>2</sup>) y 78 IBA muestran una alta priorización internacional.

### **Alto Uruguay:**

No se registran humedales destacados. La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (60%). Se han construido 3 grandes reservorios asociados a presas con centrales hidroeléctricas sobre el río Uruguay (Machadinho, Itá y Passo Fundo) y existen planes para la construcción de 3 nuevas, por lo que aumentará la respectiva alteración de los ambientes fluviales. Es una subcuenca relativamen-

te poco poblada, con 1,7 millones de habitantes), sin grandes ciudades. Se han creado 29 áreas protegidas que cubren solo un 4,4% del área de la subcuenca, nivel bajo de protección respecto a la meta del 10% impulsada por el CDB. Si bien hay humedales importantes, como los Saltos del Moconá, no existen sitios Ramsar. Se encuentra una Reserva de Biosfera, Yabotí (2.366 km<sup>2</sup>) y se han identificado 12 IBA.

### **Bajo Uruguay:**

Los humedales destacados son: Planicie e islas del río Uruguay, Sitio Ramsar Esteros de Farrapos, Villa Soriano y Sitio Ramsar Palmar de Yatay. La subcuenca ha sufrido una importante pérdida de ecosistemas terrestres (60%). Existen 4 grandes reservorios asociados a presas con centrales hidroeléctricas, una sobre el río Uruguay (Salto Grande) y tres sobre el río Negro (Palmar, Rincón del Bonete y Baygorria), con sus respectivas alteraciones de los ambientes fluviales. Es una subcuenca con un nivel intermedio en cuanto a población, con 3,8 millones de habitantes y una densidad de 1,6 hab/km<sup>2</sup>), con tres ciudades importantes. Se han creado 39 áreas protegidas que cubren solo un 1,8% de su área, nivel muy por debajo de la Meta del 10% de la CDB para el 2010. Se han designado 3 sitios Ramsar (849 km<sup>2</sup>) y una Reserva de Biosfera (997 km<sup>2</sup>), y se han identificado 20 IBA.

### **Río de la Plata:**

Los humedales destacados son Bahía de Samborombón y Bañados de Santa Lucía. La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (35%), concentrados en la franja costera del Río de la Plata, principalmente en las áreas metropolitanas asociadas a las ciudades de Buenos Aires y Montevideo. Es la segunda subcuenca más poblada, con 24,9 millones de habitantes, con

5 grandes ciudades, incluyendo las capitales de Argentina y Uruguay, Buenos Aires y Montevideo, respectivamente. Se han creado 11 áreas protegidas que cubren solo un 0,8% del área de la subcuenca, el más bajo de toda la CdP y muy por debajo de la Meta del 10% impulsada por el CDB para el 2010 y más lejos aún de la meta Aichi 2011-2020 del 17%. Se han designado 2 sitios Ramsar (Reserva Ecológica Costanera y Bahía de Samborombón) (4.883 km<sup>2</sup>) y 2 Reservas de Biosfera MAB (1.289 km<sup>2</sup>) en la margen argentina y se han identificado 9 IBA.

#### 4.5.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

La pérdida o alteración de hábitats y la fragmentación y pérdida de conectividad pueden agravarse por efectos del cambio climático en áreas críticas o más vulnerables por el ascenso del nivel de las aguas.

#### 4.5.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

Los temas sobre biodiversidad aún tienen escasa presencia en la agenda política. Los países de la CdP han firmado la Convención sobre Biodiversidad Biológica, lo que haría más sencillo legislar o implementar líneas de acción al tener una norma común. Debería ser este texto legislativo la base para la normativa regional. Si bien en las últimas décadas ha habido avances, la implementación sistemática de los compromisos internacionales es muy heterogénea o está desarticulada. El problema se debería abordar de manera integral a escala regional, lo que permitiría fortalecer las medidas, darles solidez y sustento territorial y propiciar su sostenibilidad en el tiempo, a fin de no incentivar el desarrollo de medidas puntuales, aisladas y sin continuidad.



Los saltos del Moconá, en el río Uruguay, frontera argentino-brasileña.

#### 4.5.6 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<b>Causas técnicas</b>	<b>Causas económico-gerenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso de especies invasoras (mejillón dorado, entre otras) y desplazamiento de especies nativas.</li> <li>• Pérdida de caudales ecológicos para el mantenimiento de los humedales.</li> <li>• Pérdida de calidad fisicoquímica del agua.</li> <li>• Alteración de los picos de caudales.</li> <li>• Interrupción del flujo migratorio de peces.</li> <li>• Sustitución de ecosistemas naturales por actividades productivas.</li> <li>• Alteración de la dinámica del agua por obras de infraestructura.</li> <li>• Caza, pesca y extracción de flora ilegal.</li> <li>• Tráfico ilegal de animales y plantas (contrabando).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de recursos financieros y materiales para estudios y monitoreo.</li> <li>• Falta de planificación estratégica en materia de conservación de biodiversidad.</li> <li>• Falta de integración del concepto de protección de la biodiversidad en la gestión integrada de cuencas.</li> <li>• Deficiencias de coordinación de programas de investigación.</li> <li>• Falta de incentivos para el cuidado y conservación de los sistemas naturales.</li> <li>• Ausencia de evaluaciones ambientales regionales.</li> </ul>
<b>Causas político-institucionales</b>	<b>Causas socio-culturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias de fiscalización y falta de decisiones institucionales articuladas.</li> <li>• Debilidad técnico-económica de los organismos estatales.</li> <li>• Falta de protocolos para el control de especies invasivas.</li> <li>• Falta de programas de capacitación, concienciación y formación de recursos humanos.</li> <li>• Escasa presencia del tema de biodiversidad en la agenda política.</li> <li>• Deficiencias y heterogeneidad de las normativas de los países.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conciencia social sobre el valor de los recursos hídricos y la biodiversidad.</li> <li>• Explotación irracional del recurso pesquero.</li> <li>• Falta de predisposición en la sociedad civil para la búsqueda de soluciones colectivas.</li> </ul>

### 4.5.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM 2016c y PM, 2016d) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

#### **Recomendación especial**

Propuesta de corredores ecológicos/fluviales: Los paisajes a lo largo del lecho de los ríos actúan como unidades ecológicas interconectadas naturalmente. Los tres principales ríos de la CdP (Paraná, Paraguay y Uruguay) establecen una franja continua de organización del paisaje orientado en el eje vertical (norte-sur), cruzando diferentes patrones biogeográficos (biodiversidad, clima, temperatura, precipitación, etc.) dependientes de la latitud.

Así, el valle de estos grandes ríos en la dirección norte-sur, asociado con afluentes orientados en el eje horizontal (este-oeste), pueden servir como elementos lineales que conecten fragmentos de paisaje y áreas naturales con algún tipo de protección (parques, áreas protegidas, reservas de Biosfera, sitios Ramsar).

Este tipo de estrategia serviría para generar conectores a gran escala espacial, al tener los valles de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay jugando un papel central en una red prioritaria de conservación, que incluiría extensiones laterales formadas por afluentes a ser seleccionados y otras áreas en situación actual de protección, etc.).

Incluso, si no es posible construir un corredor continuo en el valle de los ríos debido a la dificultad de conciliar con áreas ya ocu-

padadas por el hombre, se puede proporcionar una red de conservación formada por la restauración de paisajes y que especies actualmente fragmentadas espacialmente tengan mayor probabilidad de desplazamiento entre matrices conservadas. La **Figura 4.5.7.1** presenta un esbozo de corredores de conexión por medio de los grandes ríos y afluentes de la CdP asociados con las áreas protegidas próximas a ellos.

#### **Recomendaciones generales**

- Fortalecer y armonizar el marco jurídico regional para la protección de la biodiversidad acuática.
- Desarrollar y aplicar protocolos para el control y manejo de especies invasoras.
- Establecer mecanismos de cooperación entre los países en materia de conservación de la biodiversidad.
- Desarrollar programas conjuntos de bioprospección.
- Desarrollar corredores ecológicos fluviales y costeros y otras formas de conservación participativa.
- Impulsar el desarrollo de áreas protegidas transfronterizas.
- Intercambiar experiencias sobre metodologías para la determinación de caudales ecológicos.
- Integrar sistemas de información, investigación y monitoreo a nivel de cuenca.
- Realizar Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) regionales.
- Promover la adopción de presupuestos mínimos regionales para la conservación de la biodiversidad.
- Desarrollar programas de concientización y de capacitación en materia de recursos hídricos y biodiversidad.

Figura 4.5.7.1

### Estrategia de corredores ecológicos en gran escala espacial en la Cuenca del Plata



#### Estrategia de corredores ecológicos

- Grandes ríos (corredor principal)
- Afluentes (corredores secundarios)
- Áreas protegidas

## 4.6 Uso no sostenible de recursos pesqueros

### 4.6.1 Presentación del tema

El uso no sostenible de los recursos pesqueros altera la estructura y funcionamiento de las comunidades acuáticas, pudiendo comprometerlas.

### 4.6.2 Actividades desarrolladas

Como aportes para la profundización del conocimiento, el trabajo conjunto de los cinco países brinda un inventario de peces, ambientes y áreas protegidas, especialmente las que incluyen ecosistemas acuáticos; una caracterización de algunas de las principales pesquerías (especies, artes, número de pescadores, volúmenes de captura), que incluye la pesca comercial y de subsistencia y la pesca deportiva-recreacional como base del turismo. No obstante, hay muchos vacíos de información que sería necesario completar. Con especial énfasis se considera este tema en el Proyecto Piloto Demostrativo *Conservación de la biodiversidad en el río Paraná regulado* mencionado en el Capítulo 4.1.

### 4.6.3 Ampliación y actualización del conocimiento

Los principales resultados de los trabajos realizados indican:

- Como se señaló en el Capítulo 1.3.7, un 40% (367) de las especies de peces tienen relevancia socioeconómica, como recurso para la pesca comercial, artesanal, de subsistencia, recreativa-deportiva y para acuarismo. El número de especies relevantes presenta un gradiente este-oeste, sugiriendo que el uso y valoración que se le da a la fauna íctica es de mayor relevancia en las subcuencas del río Paraguay (Alto y Bajo

y Bajo Paraná, que presentan también una alta presión de pesca.

- Los elementos predominantes de la ictiofauna, pertenecientes a los órdenes Characiformes y Siluriformes, presentan adaptaciones que optimizan el éxito reproductivo mediante la utilización de áreas separadas para las funciones de desove, cría y alimentación, entre las que se desplazan por migración activa (adultos) y por deriva a favor de la corriente (huevos y larvas) dándoles, consecuentemente, un carácter transfronterizo. La mayoría de las especies blanco de las pesquerías pertenece a esos dos órdenes.
- Un 53% (480) de las especies de peces se consideran endémicas en alguna de las 7 subcuencas, indicando que la conservación de la biodiversidad de peces requiere de esfuerzos diferenciados. El endemismo es máximo en el Alto Paraná, intermedio en las subcuencas de la margen oeste de la Cuenca, y de menor nivel en el Bajo Uruguay y Río de la Plata.
- Se registraron 13 especies de peces exóticos en la Cuenca del Plata, varias de ellas con capacidad invasora. Las especies exóticas más extendidas son: la carpa asiática (*Cyprinus carpio*) (presente en 5 subcuencas), la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*), registradas en 4 de las 7 subcuencas. Son importantes también: la tilapia (*Tilapia rendalli*), la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el bagre africano (*Clarias gariepinus*). La mayor diversidad de peces exóticos se registró en las subcuencas del río Paraná (8 especies en el Alto Paraná, 7 especies en el Bajo) y Río de la Plata (8 especies). En el Alto Uruguay no hay registros de exóticas, mientras

que existen niveles intermedios en las restantes subcuencas.

- En Argentina, alrededor del 90% de las pesquerías continentales tiene lugar en la CdP, donde operan sobre 367 especies de valor comercial y/o deportivo, siendo las de mayor importancia el sábalo (*Prochilodus lineatus*), el dorado (*Salminus brasiliensis*), el surubí (*Pseudoplatystoma*), el manguruyú (*Zungaro zungaro*), el pacú (*Piaractus mesopotamicus*), el patí (*Luciopimelodus pati*) y la boga (*Leporinus obtusidens*). Las pesquerías comerciales artesanales ocupan más de 10.000 personas, mientras que las de subsistencia son importantes para la seguridad alimentaria de sectores vulnerables de la población local. La especie comercial más importante es el sábalo, del que se exportan unas 14.000 toneladas anuales. Las pesquerías recreativas-deportivas son también importantes en toda la Cuenca, con más de 70.000 licencias anuales y, asociada con ellas, la pesca para carnada está realizada por los pobladores ribereños. La piscicultura es una actividad incipiente pero que se está incrementando, sobre todo en Formosa, Misiones y Corrientes, con una especie nativa, el pacú. Las vedas, en las zonas limítrofes entre Paraguay y Argentina, se fijan a través de un acuerdo suscripto entre ambos países.
- En Bolivia, la pesca de subsistencia es una actividad tradicional y constituye una importante fuente de proteínas para las poblaciones ribereñas –principalmente los pueblos originarios– a lo largo del tramo boliviano del río Pilcomayo, donde predomina la pesca del sábalo. Es en este río donde se practica fundamentalmente esa actividad, siendo, en Villa Montes, una de las más importantes entre mayo y septiembre. Se explotan principalmente sábalo, dorado, surubí y pacú. En la cuenca inferior se practica pesca recreativa de dorado, surubí y bagre (*Pimelodus*).
- En todo Brasil, la pesca continental representa cerca de 24,8% de la producción pesquera del país. La pesca de subsistencia es una pesca tradicional en el Pantanal y constituye una importante fuente de proteínas para las poblaciones ribereñas. La pesca recreativa, con más de 57.000 licencias, captura el 75% de todo el pescado oficialmente desembarcado actualmente en el Estado de Mato Grosso do Sul. Vinculado con ello, es importante la captura y comercialización de carnada viva. La producción de peces por acuicultura es de 73.200 toneladas anuales, siendo el estado de Paraná el mayor productor.
- En Paraguay, el número de pescadores artesanales es de 7.877 (2015). Las pesquerías son muy similares a las de Argentina y se desarrollan principalmente en el río Paraguay. En el Chaco Paraguayo las comunidades aborígenes realizan pesca de subsistencia, capturando principalmente sábalo en la cuenca media del río Pilcomayo. La especie blanco comercial más codiciada es el surubí, a la que le siguen el manguruyú, el dorado y el pacú. Durante la veda anual, compartida con Argentina en los tramos limítrofes de los ríos Paraguay y Paraná (desde principios de noviembre hasta el 20 de diciembre, aproximadamente), los pescadores reciben un subsidio de sus respectivos gobiernos.
- En Uruguay, la pesca artesanal se desarrolla principalmente en los ríos Uruguay, Negro y de la Plata. En el río Uruguay el número de embarcaciones es de 250 a 300, con alrededor de 500 pescadores. Las capturas se estiman en 4.500 toneladas anuales.

les, abarcando mayormente sábalo, patí, boga, dorado, bagre blanco (*Pimelodus albicans*), bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*), manduvá (*Ageneiosus brevifilis*), armado (*Pseudorasbora parva*), manduví (*Ageneiosus valenciennesi*), mochuelo (*Genidens barbatus*), pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), tararira (*Hoplias malabaricus*) y viejas (*Hypostomus*). El sábalo representa más del 70% de las capturas, siendo asimismo la principal especie de agua dulce exportada, habiendo llegado a alrededor de 4.300 toneladas en el año 2008.

- En algunas zonas, se ha comprobado retracción de los stocks pescables por efectos de la alta presión de pesca.
- Existe un alto riesgo de incremento de las especies exóticas invasoras (EEI), por escape desde sus centros de cultivo.
- El bajo nivel de protección y la pérdida de hábitats terrestres impactan sobre la biodiversidad de peces.

#### **Análisis Diagnóstico por subcuenca**

Las subcuencas que requieren mayor atención son:

##### **Alto Paraguay:**

El cultivo de peces exóticos está poco desarrollado.

##### **Alto Paraná:**

Nueve especies de peces amenazados habitan en esta subcuenca y existe un alto grado de invasión de especies exóticas. El cultivo de peces exóticos está muy desarrollado.

##### **Bajo Paraná:**

En esta subcuenca se registran 13 especies

ícticas amenazadas y existe un alto grado de invasión con 7 especies de peces exóticos invasores, siendo las de mayor riesgo la carpa herbívora, la carpa asiática, la trucha arco iris y la tilapia. El cultivo de peces exóticos está muy desarrollado.

##### **Alto Uruguay:**

No se registran peces exóticos destacados.

##### **Bajo Uruguay:**

Se han registrado 6 especies de peces amenazadas y 5 especies de peces exóticos.

##### **Río de la Plata:**

Esta subcuenca presenta una considerable riqueza íctica, registrándose 5 especies amenazadas. El grado de invasión detectado fue calificado como alto, con 8 especies de peces exóticos invasores, siendo las de mayor riesgo la carpa herbívora y la carpa asiática.

#### **4.6.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático**

Se prevé una alta vulnerabilidad al cambio climático de hábitats ribereños que son asentamiento de las principales comunidades pesqueras.

#### **4.6.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales**

Existen incoherencias en algunas normativas relacionadas con la pesca en distintos países y con respecto a los mismos ríos (fechas de vedas, especies prohibidas de pesca, distinto criterios en el uso de redes, entre otros aspectos). Falta de armonización en la normativa (por ejemplo, es diferente la veda de Paraguay con Brasil y con Argentina respecto de un mismo río).

#### 4.6.6 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

Causas técnicas	Causas económico-gerenciales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobreexplotación de especies objetivo.</li> <li>• Interrupción de las migraciones de especies objetivo de las pesquerías por obras civiles en general.</li> <li>• Disturbios y pérdidas de los hábitats por alteraciones en el régimen hidráulico.</li> <li>• Contaminación.</li> <li>• Manejo inadecuado de los tanques (redes y excavados) en la acuicultura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de coherencia técnica y política en el diseño e implementación de políticas pesqueras.</li> <li>• Carencia de estadísticas pesqueras y de monitoreos ambientales y biológicos.</li> <li>• Bajo incentivo a la tecnología de producción de especies nativas.</li> <li>• Incremento de la presión de pesca por precios convenientes fijados por el mercado externo y sobreexplotación.</li> <li>• Diseño inadecuado o ausencia de sistemas de mitigación de impacto de las obras.</li> <li>• Mayor presión de pesca a causa de la pérdida de rentabilidad económica de los pescadores.</li> </ul>
Causas político-institucionales	Causas socio-culturales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de políticas armónicas e integradas para la protección de la vida acuática a nivel de cuenca.</li> <li>• Asimetría de las normas y criterios de usos de los recursos naturales.</li> <li>• Falta de herramientas económicas de gestión.</li> <li>• Incumplimiento de las legislaciones vigentes y controles deficientes.</li> <li>• Falta de gestión participativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas de técnicas insustentables y dificultades en la aceptación de nuevas tecnologías.</li> <li>• Aumento de la pobreza que incrementa la presión de pesca.</li> <li>• Poca conciencia de la importancia de acatar las normativas de pesca y velar por el cumplimiento.</li> </ul>



La pesca artesanal, una actividad importante para la subsistencia de muchas comunidades de la Cuenca.

#### 4.6.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016c) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Promover políticas integradas, normas y criterios compatibles para la protección y uso sostenible del recurso pesquero a nivel de cuenca.
- Armonizar la legislación y normativa pesquera.
- Consolidar estándares de pesca deportiva a nivel de subcuenca.
- Implementar un código de conducta para la pesca responsable.
- Fortalecer herramientas y mecanismos de gestión y control.
- Implementar redes de seguimiento ambiental.
- Desarrollar programas preventivos para el control de la pesca y de la acuicultura.
- Desarrollar acciones para prevenir y revertir la reducción del stock pesable.
- Implementar mecanismos para reducir los impactos de las obras hidráulicas sobre las migraciones de especies objetivo.
- Monitorear y controlar las especies exóticas.
- Promover el turismo natural incorporando planes de ordenamiento y regulación de la actividad pesquera.
- Realizar estudios de vulnerabilidad de hábitats ribereños prioritarios.
- Desarrollar programas de conservación de especies sostenibles. Implementar programas de concientización y de capacitación en técnicas sustentables de producción.

## 4.7 Utilización no sostenible de acuíferos en zonas críticas

### 4.7.1 Presentación del tema

A nivel regional, hubo un incremento del uso de los recursos hídricos de origen subterráneo debido al desarrollo de las poblaciones urbanas y rurales y al fuerte incremento de las actividades agrícolas e industriales en la región de la CdP.

Diversas causas han conducido a un uso no sostenible del agua subterránea. Hay falta de conocimiento sobre la vulnerabilidad de las zonas de recarga, deficiencia en los inventarios de pozos y en el monitoreo de su explotación. Como excepción, cabe señalar que Brasil tiene algunas redes de monitoreo, principalmente en el Estado de San Pablo, y que Paraguay monitorea el acuífero Patiño, de gran importancia a nivel local.

### 4.7.2 Actividades desarrolladas

Mediante el trabajo conjunto de los países, se ha avanzado en la caracterización de acuíferos transfronterizos seleccionados a nivel de la CdP (Serra Geral, Baurú-Caiuá-Acaray, Pantanal y Agua Dulce), como así también en la elaboración del mapa hidrogeológico de síntesis de la Cuenca a escala 1:2.500.000, presentado en el *Capítulo 1*. Además del mapa hidrogeológico, se elaboraron mapas temáticos como diagnóstico de las aguas subterráneas y su explotación en la Cuenca.

A nivel local se ha progresado en el conocimiento del Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) en los territorios de Argentina, Bolivia y Paraguay. Se ha realizado un relevamiento de información disponible, trabajos de campo con monitoreo de pozos y toma de muestras para análisis

físico-químicos e isotópicos, se ha preparado un informe geológico delimitando la zona del acuífero, se ha elaborado el mapa geológico en cada país, para una posterior integración. Análogamente se han elaborado los mapas hidrogeológicos en cada país, con una posterior integración a nivel de los tres países.

### 4.7.3 Ampliación y actualización del conocimiento

La **Figura 4.7.3.1** muestra la distribución de la salinidad en las aguas subterráneas y la **Figura 4.7.3.2** la densidad de información sobre perforaciones disponibles por el PM en base a información de organismos oficiales de cada país, por subcuenca.

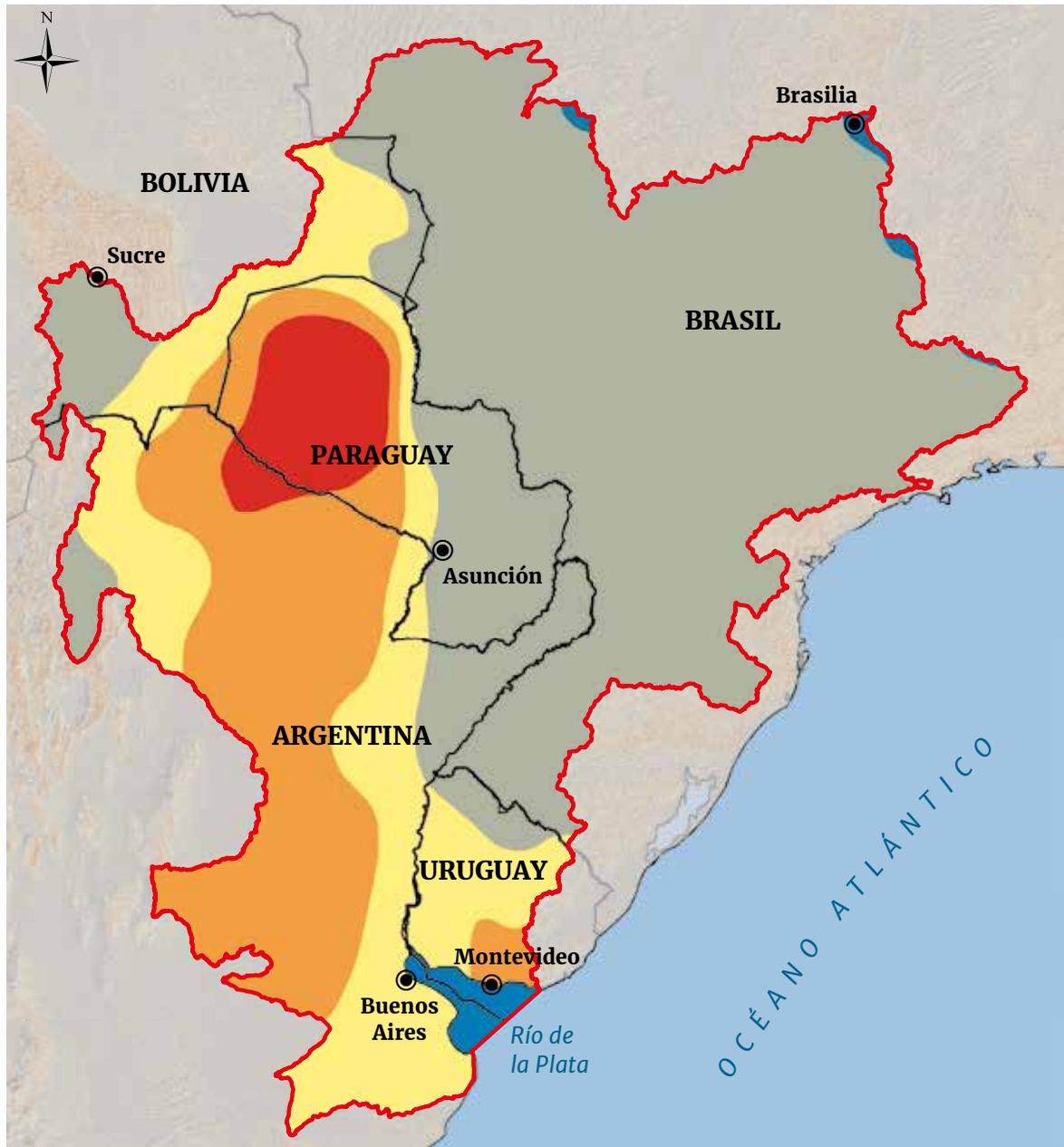
En la subcuenca del Bajo Paraná se observa la menor densidad de pozos de la Cuenca, con solo 1,5 pozos/10 km<sup>2</sup>, correspondiendo a una zona con baja densidad demográfica y con una exuberancia hídrica superficial del área mesopotámica de Argentina. Por su parte, la subcuenca del Río de la Plata, después de la confluencia de los ríos Paraná y Uruguay, también con baja densidad de población y buena disponibilidad de aguas superficiales, tiene una densidad de 1,8 pozos/10 km<sup>2</sup>.

Se observa que el área con mayor explotación de agua subterránea hoy es la subcuenca del Alto Uruguay, en la que se observa una densidad de 70 pozos/10 km<sup>2</sup>.

Con respecto a la vulnerabilidad (**Figura 4.7.3.3**), se observa vulnerabilidad natural media a baja para el área comprendida por la cuenca sedimentaria del Paraná y alta para el SAYTT. Para la porción del Gran Chaco, predominan vulnerabilidades altas, mientras que para el Pantanal son bajas. Por su parte, la zona de los Andes presenta un bajo índice de vulnerabilidad.

Figura 4.7.3.1

Cuenca del Plata. Distribución de la salinidad en las aguas subterráneas



Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

- 0 a 100
- 100 a 500
- 500 a 1.000
- 1.000 a 3.000
- > 3.000

Figura 4.7.3.2

Densidad de perforaciones para extracción de agua subterránea por subcuencas



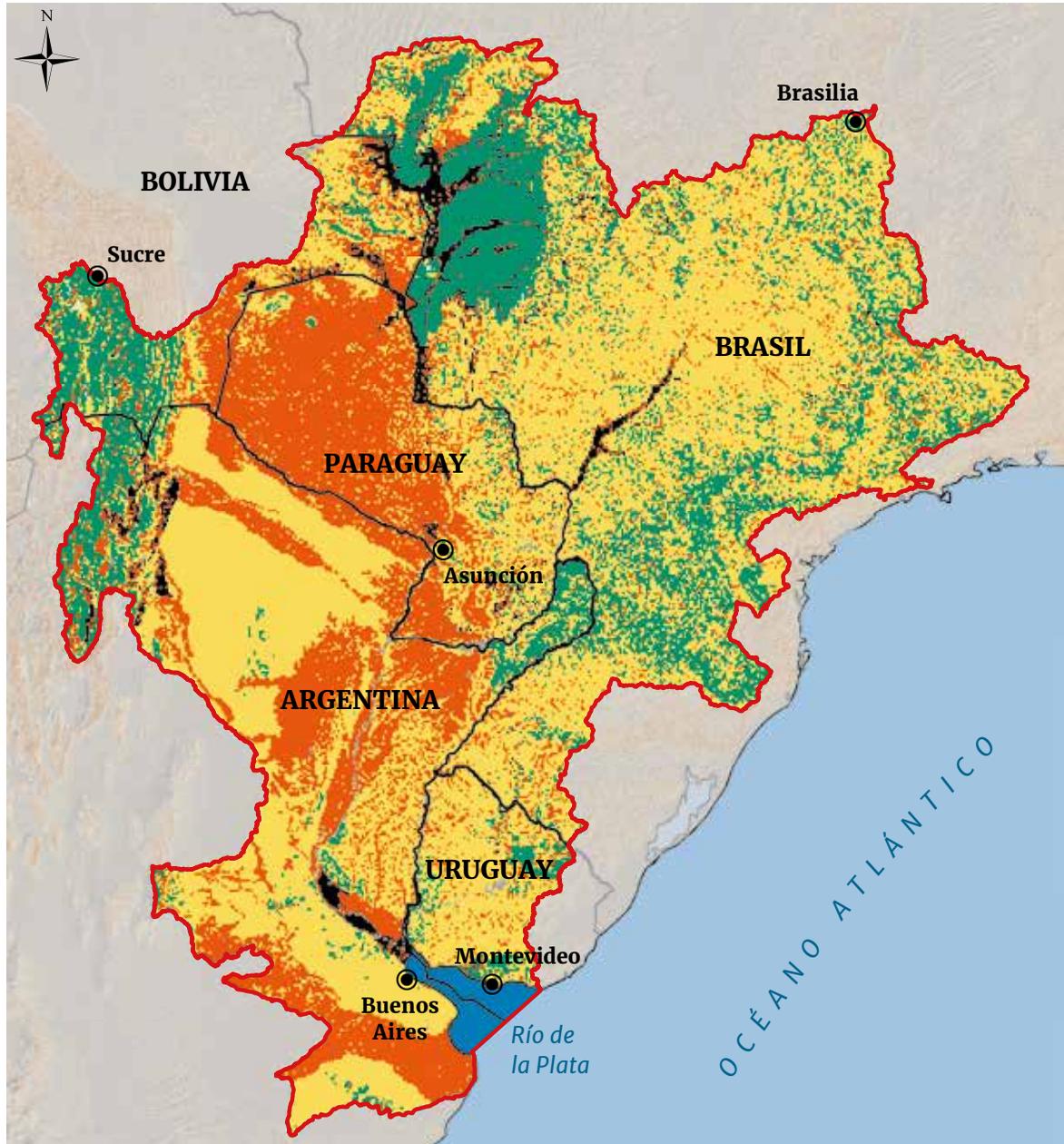
Número de pozos/10 km<sup>2</sup> (por sub-bacia)

- Alto Paraguay - 4,5
- Alto Paraná - 3,7
- Bajo Paraguay - 2,4
- Bajo Paraná - 1,5
- Alto Uruguay - 70
- Bajo Uruguay - 18
- Propia del Río de la Plata - 1,8

Información sobre cantidad de pozos disponible en el PM, aportada por los organismos oficiales de cada país.

Figura 4.7.3.3

**Cuenca del Plata. Vulnerabilidad natural de las aguas subterráneas a la contaminación**



- Vulnerabilidad**
- Insignificante
  - Baja
  - Media
  - Alta
  - Extrema

### **Sistema Acuífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT)**

El SAYTT es un sistema acuífero de gran importancia regional por las expectativas existentes en una región con escasez de agua, clima semiárido y con otros acuíferos de agua salobre o salada no apta para consumo humano o producción agropecuaria. Representa uno de los más importantes reservorios de agua dulce transfronterizos y de agua subterránea de esta región y una de las más significativos en el continente sudamericano.

Es el sistema acuífero que ha sido estudiado en mayor detalle que los otros acuíferos seleccionados debido a la falta de información existente, ya sea sobre perforaciones como sobre la calidad y cantidad de agua, además de la falta de mapas y de delimitación del área de ocurrencia. En este contexto se elaboró el mapa geológico del SAYTT y se realizaron estudios que permitieron elaborar mapas hidrogeológicos a nivel nacional.

En el territorio del SAYTT, la geología se manifiesta a lo largo de las provincias geológicas de las Sierras Subandinas de Bolivia y Argentina y las cuencas Cretácica del Noroeste (Argentina), Chaco Boliviano, Paraguay Occidental y Chaco Paranaense (Argentina). Asimismo es limitada por las provincias geológicas de la Cordillera Central y Oriental (Bolivia), por el Paraguay Oriental y el Escudo Brasileño y la Cuenca de Paraná (Brasil), donde se formaron los principales acuíferos, SAG, Serra Geral, Baurú y Caiuá, entre otros.

Desde el punto de vista geológico, el SAG está constituido por una secuencia de rocas, predominantemente arenosas, cuya sedimentación se produjo en ambientes fluvio-lacustres y eólicos en los períodos

Triásico y Jurásico. Estas rocas saturadas con agua fueron luego cubiertas extensamente por flujos laminares basálticos del Cretácico Superior, cobertura ésta que puede sobrepasar a los 1.000 m. En la porción más superior de esta secuencia, bajo un régimen de clima desértico, se han depositado arenas eólico-fluviales, originando estratos de areniscas espesas con amplia distribución geográfica, de gran porosidad y permeabilidad

#### **4.7.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático**

Las variaciones climáticas modeladas para un periodo de casi 80 años serían insignificantes desde el punto de vista de las aguas subterráneas, ya que los periodos de tiempo geológicos son muy amplios. No obstante, en algunas localidades donde la recarga se vea afectada por las precipitaciones (acuíferos más restringidos como, por ejemplo, Raigón), la variación puede llegar a afectar esa recarga.

#### **4.7.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales**

Los países tienen distinto grado de desarrollo legal en el tema y también en su implementación y cumplimiento. Tanto a nivel constitucional como legal se han establecido en los cinco países las pautas principales para la gestión sostenible de aguas subterráneas, pero el tema se encuentra poco desarrollado a nivel reglamentario en algunos países. Es importante que en los lineamientos de utilización y protección de las aguas subterráneas en la CdP se respeten las singularidades que surgen del marco institucional y normativo de cada país, por lo que deberán definirse lineamientos como recomendaciones hacia los organismos de gestión local.

#### 4.7.6 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<b>Causas técnicas</b>	<b>Causas económico-gerenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conocimiento de la vulnerabilidad del sistema (áreas de riesgo, áreas de recarga).</li> <li>• Identificación de focos contaminantes por usos agrícolas y descargas domiciliarias e industriales.</li> <li>• Falta de monitoreo del estado de explotación del acuífero, oferta y demanda.</li> <li>• Carencias de sistemas de monitoreo completos y eficaces.</li> <li>• Deficiencias en los inventarios, estudios e investigación de acuíferos.</li> <li>• Construcción no adecuada de las perforaciones, con riesgo de contaminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de gerenciamiento del uso de aguas subterráneas.</li> <li>• Ineficacia de los instrumentos de gestión ambiental.</li> </ul>
<b>Causas político-institucionales</b>	<b>Causas socio-culturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de marco normativo y regulatorio para la construcción y aprovechamiento de las perforaciones.</li> <li>• Falta de integración de las legislaciones de suelos, recursos hídricos y ambiental en cada país y entre los países.</li> <li>• Falta de coordinación institucional transfronteriza para el control y gestión compartida.</li> <li>• Falta de intercambio de información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa cultura, conciencia social y capacitación sobre el uso del agua subterránea.</li> <li>• Falta de valoración económico-ambiental por parte de la sociedad.</li> <li>• Falta de visión integrada del recurso hídrico.</li> <li>• Escasa participación de la sociedad.</li> </ul>

#### 4.7.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016g) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Establecer un marco normativo y regulatorio para la utilización sostenible de acuíferos.
- Armonizar las legislaciones de suelos, recursos hídricos y ambiental en cada país y entre los países.
- Desarrollar un marco normativo para la construcción y aprovechamiento de perforaciones.
- Fortalecer la capacidad de gestión y la coordinación institucional.
- Fortalecer y articular las instituciones y servicios con competencia en gestión de aguas subterráneas.
- Desarrollar instrumentos de gestión integral y participativa.
- Desarrollar un programa para la gestión sostenible del SAYTT.
- Implementar las acciones resultantes del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní.
- Promover la investigación y el intercambio de información.
- Realizar estudios de vulnerabilidad para la identificación de áreas de riesgo, a escala regional y local.
- Desarrollar inventarios y bancos de datos regionales.
- Implementar programas de educación y concientización.
- Fortalecer los sistemas de divulgación de información.
- Impulsar una mayor participación de la sociedad.

## 4.8 Conflictos por el uso del agua e impacto ambiental de los cultivos irrigados

### 4.8.1 Presentación del tema

La razón principal del conflicto reside en el crecimiento permanente y sostenido de las superficies regadas en la CdP. Como referencia, actualmente existen aproximadamente 4 millones de hectáreas solo en la CdP mientras que, en la década del 60, eran solo 1,85 millones en el total del territorio de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

El crecimiento de la superficie regada se ha acelerado en las últimas 3 décadas por una producción comercial cada vez más tecnificada y debido a la ocurrencia persistente de sequías y el probable efecto del cambio climático, como así también por la necesidad de asegurar los resultados económicos y la supervivencia de las empresas y productores agrarios.

Esta expansión del riego ha generado un conflicto creciente y pone de manifiesto la falta de visión de conjunto y de capacidad para generar procesos participativos con los actores involucrados para una resolución equilibrada; es decir, la necesidad de implementar una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

### 4.8.2 Actividades desarrolladas

Los cinco países de la Cuenca avanzaron en la profundización del conocimiento en lo relativo a disponibilidad hídrica, incluyendo la preparación de un Manual de Cálculo del Balance Hídrico Superficial de la CdP; la implementación del Balance Hídrico Superficial en cada país y avances en el Balance Hídrico integrado en cuencas piloto y una evaluación del uso y la demanda de agua a nivel nacional en cada uno de los 5 países, para luego integrarla.

Se ha identificado la oportunidad de transferir conocimientos sobre buenas prácticas del cultivo irrigado de arroz que permitan sostener la producción y reducir significativamente el consumo de agua para el riego mediante la cooperación transfronteriza de las regiones más desarrolladas a las más incipientes. Con especial énfasis se considera este tema en el Proyecto Piloto Demostrativo *Conflictos de uso del agua en la cuenca del río Cuareim/Quaraí*.

### 4.8.3 Ampliación y actualización del conocimiento

La estimación de las demandas de agua correspondientes a los diversos usos se realizó de la siguiente forma:

La demanda poblacional comprende el uso doméstico, la provisión a servicios públicos y el servicio de agua para los comercios e industrias ubicadas en el ámbito municipal que se encuentran conectadas a la red de suministro. En general no existe discriminación de cada servicio para la mayoría de los municipios y provincias. En la medida de lo posible, la demanda urbana se estimó a partir de datos reales obtenidos mediante mediciones y censos. Pero en el caso de no disponerlos, los datos de partida para la estimación de demandas urbanas totales fueron la población y la dotación *per cápita*. El consumo estimado abarcó el agua potable urbana y rural, así como el agua extraída para la producción de agua potable que no fue consumida.

La demanda agropecuaria comprende la demanda agrícola, forestal y pecuaria. Respecto de la agrícola, solo se estimó la producción bajo riego. No se calculó la correspondiente al uso forestal. El número de cultivos considerados para el área superó los veinte y no se discriminó entre cultivos regados anualmente y los perennes.

Los conceptos que caracterizan la demanda agrícola bajo riego son: 1) La demanda neta por cultivo irrigado (agua consumida por los cultivos); no se tuvo en cuenta la demanda bruta (agua total derivada, teniendo en cuenta la eficiencia de transporte, distribución y aplicación); 2) La superficie bajo riego, y 3) La diferencia entre demanda bruta y neta, correspondiente al retorno o a pérdidas. No se tiene información sobre dicha relación a nivel país.

La estimación de la demanda agrícola se obtuvo mediante métodos indirectos (demandas netas estimadas) como sumatoria del consumo de agua por los cultivos bajo riego y el agua extraída no consumida.

La estimación de la demanda pecuaria se realiza generalmente en términos del consumo diario de agua de las cabezas de ganado de un cierto lugar o región. Se cuantificó mediante la fijación de módulos de consumos aplicados diferencialmente en la cadena de producción. Se contabilizó de esta manera el volumen de agua utilizado en todas las fases del crecimiento, terminación y faena, considerando como población pecuaria la totalidad de los inventarios de bovinos, caprinos, equinos, porcinos, ovinos, aves y otros.

En lo que se refiere a la demanda industrial, los datos disponibles suelen referirse a la gran industria, que dispone de fuentes de abastecimiento propias. La pequeña y mediana industria, sin embargo, se suele incluir dentro del sector de abastecimiento urbano, lo que conduce en general a una infravaloración de la demanda industrial. El agua utilizada en las actividades industriales o de transformación está incluida como una entrada más para el consumo intermedio asociado con las actividades de extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, acabado de productos, actividades de construcción y procesos de transferencia de calor.

No se discriminan los usos industriales de los establecimientos que se abastecen de las redes de agua potable y vierten los desechos al sistema cloacal, como tampoco un número importante de establecimientos que se abastecen directamente de fuentes subterráneas y no son contabilizadas por los municipios.

En relación con la demanda minera, el agua consumida en esta actividad tiene múltiples usos, especialmente durante el proceso de separación de minerales. Se la utiliza también para la refrigeración, la limpieza, la lubricación de las perforaciones y como herramienta de corte (brocas, trépanos y coronas diamantadas). La minería de superficie requiere agua para evitar el polvo en los caminos de las canteras, sobre todo cuando hay intenso tráfico de maquinarias perforadoras, de carga y de transporte. La minería subterránea la necesita para enfriar ambientes y maquinas, limpiar herramientas de polvo de roca y evitar el exceso de polvo, regando el suelo para proteger a los operarios y maquinarias. Cuando los trabajos subterráneos generan afloramientos de aguas naturales hay que prever su captación, canalización y bombeo para evitar inundaciones. También se usa para transporte de minerales, de colas, de procesos para la restauración de terrenos y revegetación de áreas. Existe escasa información sobre este uso y solo se incluyen estimaciones en Argentina y Uruguay.

Entre los principales resultados de los trabajos realizados, se destaca que hay una importante concentración de uso de agua para riego de arroz en el área cercana a los ríos Cuareim/Quaraí e Ibucuy, en las márgenes brasileña y uruguaya, respectivamente, y en la cuenca contribuyente al río Uruguay de la margen argentina.

Al considerar que el riego consolidará en el futuro su posición dominante como con-

sumidor principal en todos los países de la Cuenca, para transformar el crecimiento en desarrollo se deberá incrementar y regularizar la oferta de agua y aumentar su eficiencia optimizando la relación kg de producto por m<sup>3</sup> de agua de riego consumida.

#### 4.8.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

El arroz por inundación usa un volumen alto de agua, pudiendo crear conflictos con el abastecimiento de agua y el mantenimiento ambiental de los cauces. Ante la ocurrencia de una sequía, este problema sería muy grave si los embalses privados construidos por los propietarios rurales acumularan toda el agua disponible.

#### 4.8.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

A nivel nacional, todos los países establecen en sus leyes las pautas principales para el uso sostenible de los recursos hídricos y el otorgamiento de los derechos de uso. Si bien todos los países contienen disposiciones relativas al uso de aguas, el alcance y grado de implementación varía. En algunos países no se otorgan permisos de uso, aunque están previstos, sino que se registra la solicitud. También existen derechos que se otorgan en forma temporal pero sin plazo. En cuanto al cobro por uso del agua, si bien casi todas las legislaciones prevén la posibilidad, en pocos casos se aplica.



El cultivo de arroz por inundación, un importante usuario del agua en la Cuenca.

#### 4.8.6 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<b>Causas técnicas</b>	<b>Causas económico-gerenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa o deficiente información disponible sobre los recursos hídricos compartidos (inventario de usos y disponibilidad).</li> <li>• Desconocimiento de las demandas de agua necesarias para los distintos usos.</li> <li>• Falta de estudios hidrológicos de la cuenca.</li> <li>• Asimetrías en el otorgamiento de los derechos de uso.</li> <li>• Construcción de obras hidráulicas de aprovechamiento sin la debida autorización.</li> <li>• Prácticas agrícolas no sustentables demandantes del recurso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de integración y aplicación asimétrica de las legislaciones de recursos hídricos, suelos y ambientales.</li> <li>• Falta de organismos de gestión conjunta de los recursos hídricos compartidos.</li> <li>• Escasa investigación en los temas de optimización de los aprovechamientos de los recursos hídricos.</li> </ul>
<b>Causas político-institucionales</b>	<b>Causas socio-culturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asimetrías en el control y administración de los usos del recurso.</li> <li>• Asimetrías en las políticas públicas.</li> <li>• Asimetrías en las estructuras jurídico-institucionales para la gestión integrada del recurso compartido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa cultura, conciencia social y capacitación sobre el uso del agua.</li> <li>• Desconocimiento de los actores sociales sobre el valor de los recursos y su disponibilidad limitada.</li> <li>• Falta de conocimiento de los usuarios sobre normativas para el ejercicio del uso del agua.</li> <li>• Falta de una cultura para búsqueda de soluciones colectivas y de gestión compartida.</li> </ul>

#### 4.8.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016i) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Promover acuerdos y el desarrollo de marcos legales comunes para la gestión de los usos de agua.
- Desarrollar medidas para aumentar la captación y almacenaje de agua y mejorar la eficiencia del riego.
- Desarrollar e intercambiar experiencias sobre tecnologías para aumentar la disponibilidad, el uso eficiente del agua de riego.
- Utilizar de manera conjunta las aguas superficiales y subterráneas en áreas bajo estrés hídrico.
- Fortalecer la capacidad de gestión y la coordinación institucional de organismos competentes de los cinco países.
- Consolidar y ampliar el proyecto piloto Cuareim-Quarai.
- Generar información y facilitar el acceso público a los datos de interés para la gestión de la oferta y demanda.
- Realizar estudios de demanda hídrica en cuencas seleccionadas.
- Establecer estrategias de comunicación, difusión y sensibilización de la opinión pública sobre la gestión.

## 4.9 Falta de planes de contingencia frente a desastres

### 4.9.1. Presentación del tema

Los ríos de la Cuenca y sus áreas ribereñas están sujetos al riesgo de desastres por causa de eventos naturales extremos y fallas humanas que pueden ocasionar accidentes de diversa índole, como derrame de sustancias tóxicas y rotura de obras de infraestructura. De ahí la necesidad de prepararse para prevenir o enfrentar ese tipo de eventos.

### 4.9.2 Actividades desarrolladas

Se avanzó en un detallado diagnóstico de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico y de los sistemas de alerta existentes a nivel nacional (en cada uno de los 5 países de la Cuenca) y regional, como base para fortalecer planes de contingencia frente a desastres. Se está avanzando en la coordinación de los 5 países en la red hidrometeorológica. Con especial énfasis se considera este tema en los Proyectos Piloto Demostrativos *Sistema de Alerta Hidroambiental. Inundaciones y sequías en la zona de confluencia de los ríos Paraguay y Paraná y Resolución de Conflictos de Usos del Agua - Cuenca del río Cuareim/Quaraí.*

### 4.9.3 Ampliación y actualización del conocimiento

De los análisis realizados se desprende que:

Existen estudios hidrológicos e hidráulicos asociados con las hipotéticas roturas de las principales presas de los ríos Uruguay y Paraná, dentro del ámbito de Argentina, ya que en ese país existe, desde la década del 90, un organismo específico,

el Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP) que inspecciona los estudios de seguridad de presas y, más concretamente, el desarrollo de los denominados Planes de Acción Durante Emergencias (PADE).

Brasil promulgó la Ley 12334/2010 que establece la Política Nacional de Seguridad de Presas y crea el Sistema Nacional de Seguridad de Presas.

Aún resta establecer acuerdos comunes para facilitar el intercambio de datos e informaciones y el establecimiento de criterios homogéneos (definición de crecidas máximas probables, escenarios de roturas más probables, etc.) que permitan realizar estudios de seguridad de presas más detallados (fundamentalmente para el análisis de los efectos tipo “dominó” en presas en cascada).

Se están desarrollando actualmente planes de contingencia ante inundaciones ribereñas y pluviales a nivel global de toda la cuenca del río Matanza-Riachuelo (2.470 km<sup>2</sup>), Buenos Aires, Argentina. Esta actividad puede ser tomada como referencia, junto con otras similares que han sido ejecutadas en la provincia de Santa Fe, Argentina.

### 4.9.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

Los accidentes y desastres registrados en la Cuenca han puesto en evidencia la falta de planes de prevención y, sobre todo, de contingencia ante accidentes. Los países de la Cuenca los afrontan con medidas aisladas, muchas veces extemporáneas e insuficientes y sometidas a pluralidad de jurisdicciones. A nivel nacional, en general, es escasa la normativa específica.

#### 4.9.5 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<p><b>Causas técnicas</b></p>	<p><b>Causas económico-gerenciales</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos de roturas por errores de operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de planes de contingencia para el tramo del río potencialmente afectado.</li> <li>• Carencia de normas comunes para operación en condiciones de emergencia y seguridad de presas.</li> <li>• Falta de revisión de los criterios de seguridad de las presas, considerando las incidencias del cambio climático.</li> </ul>
<p><b>Causas político-institucionales</b></p>	<p><b>Causas socio-culturales</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de planes de contingencia transnacionales.</li> <li>• Inexistencia de normativas nacionales y transnacionales que regulen la seguridad de las presas.</li> <li>• Falta de comunicación y coordinación entre países para suministro de información sobre las presas existentes aguas arriba de los países posiblemente afectados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conciencia sobre los riesgos de las poblaciones ubicadas aguas abajo de las presas y de las propias empresas operadoras.</li> </ul>

#### 4.9.6 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016a) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Establecer normas y criterios comunes de seguridad, considerando la incidencia de la variabilidad y el cambio climático.
- Elaboración y adopción de normas nacionales y transnacionales de seguridad y de operación bajo emergencias.
- Promover el intercambio de información y de experiencias sobre seguridad de obras y operación de embalses.
- Articular institucionalmente los organismos que operan centrales hidroeléctricas binacionales.
- Desarrollar o actualizar planes y programas de contingencia ante rotura de presas.
- Desarrollar planes de contingencia ante accidentes y desastres.
- Desarrollar medidas de concientización ciudadana sobre prevención y reducción de riesgos.
- Desarrollar programas de concientización ciudadana para zonas vulnerables.

## 4.10 Insalubridad de las aguas y deterioro de la sanidad ambiental

### 4.10.1 Presentación del tema

Este es un tema crítico para todos los países de la Cuenca que involucra, principalmente, a todas las áreas urbanas –fuentes puntuales típicas de contaminación residencial e industrial– y a las actividades agropecuarias y mineras. Existe una grave situación en los asentamientos urbanos y rurales de la Cuenca ocasionada por la contaminación biológica, procedente de la falta de instalaciones de saneamiento y de servicios de tratamiento de aguas residuales adecuados.

### 4.10.2 Actividades desarrolladas

Como se reseñó en el *Capítulo 4.3.3.*, los trabajos realizados permiten contar con un inventario de fuentes de contaminación puntuales y difusas, con la estimación de las principales cargas contaminantes en la CdP. También se avanzó en lo relativo a salud humana, disponiéndose de un informe con informaciones globales a nivel de la Cuenca y por regiones de cada país. Este análisis fue ejecutado de forma conjunta con los estudios de saneamiento.

### 4.10.3 Ampliación y actualización del conocimiento

Los episodios de enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera, la malaria y el dengue, son habituales en determinadas regiones, en particular, en aquellas donde existen hogares sin acceso al agua potable o al saneamiento. La diarrea es, con creces, la mayor enfermedad epidémica relacionada con el agua que afecta especialmente a los niños y, en particular, a aquellos provenientes de hogares sin acceso a fuentes mejoradas de agua potable o el saneamiento. Otras enfermedades de me-

nor ocurrencia son la leptospirosis, leishmaniasis y la fiebre amarilla.

Respecto de los riesgos potenciales para la salud en las fuentes de agua potable, en los últimos años se ha registrado una serie de floraciones de algas verdeazuladas o cianobacterias tóxicas en distintos sistemas fluviales. Estas pertenecen a los organismos más antiguos del planeta y poseen características que son comunes a otras bacterias y a las algas eucariotas, lo que les confiere cualidades únicas en cuanto a su fisiología, tolerancia a condiciones extremas y flexibilidad adaptativa. Estas floraciones –que generalmente ocurren en cuerpos de agua superficial de baja profundidad y con escasa circulación del agua, asociados además a altas temperaturas, cambios en el pH, tiempos prolongados de retención del agua y baja turbulencia– han colonizado exitosamente los ecosistemas acuáticos y actualmente se encuentran dispersas en cuerpos de agua continentales (ríos, lagos, embalses) y ambientes marinos, en forma unicelular o pluricelular (colonial o filamentosa).

Su desarrollo natural se ha visto modificado por la acción humana, principalmente por el aporte desmedido de nutrientes, especialmente nitrógeno y fosfatos, provenientes de descargas cloacales y el uso creciente de fertilizantes. Este fenómeno puede agravarse, además, por la variabilidad y el cambio climático, ya que el incremento de las temperaturas de los cuerpos de agua favorece el desarrollo de las masas de cianobacterias –floración o *bloom* algal– como grupo competitivamente exitoso en contraposición al resto del fitoplancton.

Al crecer desproporcionadamente, según el género y especie de que se trate, esos organismos producen cianotoxinas, las cuales, al estar presentes en el agua ambiente, pueden

afectar la salud de la población, la de animales domésticos y silvestres y la del ganado.

En cuanto a la esquistosomiasis, enfermedad parasitaria con origen en África, fue descubierta en América del Sur a principios del siglo XX, en Brasil que, actualmente es un país endémico. Se ha propagado principalmente en las poblaciones del litoral atlántico del ese país, llegando en la década de 1990 hasta el estado de Río Grande do Sul. La medida preventiva más eficiente es el control de las personas que proceden de áreas endémicas por diversos motivos (trabajo, turismo, etc.).

Otro problema grave es la presencia de arsénico. El agua se contamina por el contacto

con las capas de rocas con un elevado contenido de ese mineral carcinogénico. El arsénico también se utiliza en algunos procesos industriales y puede filtrarse hacia las masas de agua si no se trata con cuidado.

#### **4.10.4 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales**

En algunas zonas no existen las condiciones para un efectivo control de la contaminación. Hay falta de articulación entre gobiernos centrales y locales. El tema se encuentra desarrollado en todas las legislaciones nacionales con distinta intensidad, por lo que existe una buena base para la adopción de un marco armonizado que regule este TCT en sus diversos aspectos.

#### 4.10.5 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<b>Causas técnicas</b>	<b>Causas económico-gerenciales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuada disposición de residuos sólidos.</li> <li>• Vuelco de aguas servidas sin tratamiento.</li> <li>• Disposición inadecuada de embalajes de agrotóxicos.</li> <li>• Falta de tratamiento de las aguas para abastecimiento.</li> <li>• Drenaje urbano inadecuado.</li> <li>• Falta de información sobre enfermedades de transmisión hídrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ineficiencia en el control sobre vuelcos industriales y de agrotóxicos.</li> <li>• Falta de un sistema integrado de información sobre recursos hídricos.</li> <li>• Falta de capacidad de gestores locales para saneamiento y salud.</li> <li>• Inexistencia de bancos de datos locales de salud.</li> </ul>
<b>Causas político-institucionales</b>	<b>Causas socio-culturales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de políticas armónicas e integradas para el relevamiento de los problemas de salud pública relacionados con el agua.</li> <li>• Falta de articulación entre los gobiernos (locales y centrales) y los actores sociales, técnicos y económicos sobre la contaminación hídrica.</li> <li>• Asimetría de los criterios legales y técnicos para la gestión de los recursos hídricos y de la salud pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al cambio de hábitos.</li> </ul>

#### 4.10.6 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016h, PM2016i y PM2016j) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Fortalecer la investigación y la generación y difusión de datos sobre enfermedades de origen hídrico.
- Promover planes de salud asociados con el tratamiento de la morbilidad de origen hídrico.
- Promover políticas y programas para el tratamiento de residuos sólidos, residuos industriales y manejo de agroquímicos.
- Fortalecer la capacidad de gestores locales y la articulación y coordinación institucional de organismos e instituciones del sector hídrico y de saneamiento de los países.
- Impulsar programas de educación y concientización ciudadana sobre higiene ambiental y salud.

## 4.11 Limitaciones a la navegación

### 4.11.1 Presentación del tema

La navegación constituye uno de los sectores socioeconómicos fundamentales en la integración de la CdP, al permitir la conexión entre centros de producción, almacenamiento y puertos, desde los cuales los principales productos son exportados para el mundo. Actualmente el transporte es fundamentalmente de productos, principalmente de origen agrícola entre las regiones.

La navegación es el medio más económico de transporte, aunque depende de conexiones con otras modalidades, el impulso al desarrollo de los puertos, inversiones en el mantenimiento de vías y puertos y acuerdos entre los países. La evaluación integrada de todos los elementos dentro de la institucionalidad de los países, asociada al potencial económico, es el gran desafío para la ampliación y modernización de la navegación en la Cuenca.

### 4.11.2 Actividades desarrolladas

A partir del trabajo de especialistas nacionales de los países de la Cuenca, se procedió a actualizar el estado del conocimiento de la navegación fluvial en las principales hidrovías.

### 4.11.3 Ampliación y actualización del conocimiento

El río Paraguay presenta características de río de llanura, sujeto a erosión y sedimentación, por lo que se producen cambios morfológicos en el lecho que en el transcurso del tiempo modifican el canal de navegación. Los niveles variables del río, sujetos al régimen de precipitación en su cuenca, determinan el siguiente ciclo hi-

drológico del río Paraguay: aguas bajas (de noviembre a febrero), aguas altas (de mayo a agosto) y aguas medias (marzo-abril y setiembre-octubre).

En los períodos de aguas bajas se presentan dificultades generalizadas en la navegación y, más específicamente, la aparición de pasos críticos. El río Paraguay no posee regulación artificial de su caudal, por lo que el proceso dinámico del río conduce a la necesidad de un permanente monitoreo de las profundidades efectivas del canal de navegación a fin de determinar los pasos críticos y, mediante trabajos de dragado, facilitar la navegación de las embarcaciones de hasta 10 pies durante todo el año.

El tramo que presenta las mayores dificultades para la navegación es el comprendido entre las desembocaduras de los ríos Apa y Pilcomayo, debido a la existencia de determinantes de lecho rocoso. El deficiente dragado, la escasa señalización del canal y la falta de cartas de navegación satelitales dificultan la navegación.

El principal riesgo para la navegación en el río Paraguay se asocia con las condiciones interanuales que presentan sus niveles y caudales. Por ejemplo, durante los años 1960 a 1973 los niveles del río Paraguay fueron muy inferiores a los períodos anteriores y posteriores. Con caudales bajos como los registrados en ese período, el tramo entre Puerto Cáceres y Asunción ofrece calados muy bajos, comprometiendo la navegación. Este problema llega a triplicar el costo de navegación por la necesidad de un mayor número de barcazas para transportar la misma carga. Por lo tanto, el mayor riesgo para la navegación en la Cuenca está dado por las probables consecuencias de la variabilidad climática y el cambio climático.

El río Paraná es un río de llanura, que cambia su cauce. Esta característica de lecho móvil, muy susceptible a las crecientes y bajantes, se traduce en cambios manifiestos de la posición del canal de navegación y en el calado de los pasos críticos. Es un río que recibe sedimentos, especialmente del río Bermejo, lo que ocasiona el atarquinamiento de algunas zonas. Sin embargo, simultáneamente, el río fluye generando un proceso de auto dragado, no siendo necesario dragar en esos lugares. El tramo que va desde Santa Fe, sobre el río Paraná, a Asunción, sobre el río Paraguay, es uno de los más beneficiados ya que, en su mayor parte, es navegable durante todo el año a once pies de calado. En el tramo Posadas -Corrientes existían los rápidos de Apipé que desaparecieron con la construcción de la presa de Yacretá, cuya esclusa y embalse permiten ahora la navegación sin problemas de calado hasta la confluencia del río Paraná con el Iguazú.

El río Uruguay, que es navegable comercialmente solo en un tramo de aproximadamente 200 km desde su desembocadura, ha ofrecido históricamente condiciones de navegabilidad inferiores a las prevalentes en el río Paraná. Éstas, además, no han sido mantenidas en forma sistemática. La Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) –organismo binacional encargado de la planificación y control de las actividades desarrolladas en el tramo de jurisdicción compartida entre Argentina y Uruguay– ha realizado un estudio cuyo resultado fue el proyecto de dragado necesario para posibilitar la navegación con calados de hasta 7,0 m hasta el puerto argentino de Concepción del Uruguay (km 187) y de hasta 5,17 m hasta el puerto uruguayo de Paysandú (km 207). Los gobiernos de ambos países han comprometido los aportes financieros necesarios para la ejecución de los trabajos proyectados y se han comenzado a ejecutar acciones de

pre-dragado (batimetrías) y de dragado efectivo en algunos pasos del tramo inferior del río.

El río Tieté actualmente presenta un transporte fluvial interno en Brasil y, debido a la falta de esclusa en la presa de Itaipú, como se ha señalado anteriormente, no posee un flujo de transporte en el río Paraná hacia aguas abajo de ella. En el año 2014 esta hidrovía sufrió una interrupción debido a un largo período de sequía que, además, causó conflictos con otros usos del agua, como el abastecimiento urbano, el riego y la hidroelectricidad.

Los principales resultados asociados a los principales tramos de navegación fueron:

La red de navegación de la cuenca ha sido favorecida con acuerdos regionales que permiten su explotación comercial. La Hidrovía Paraguay-Paraná por sí sola alcanzó la marca de 13 millones de toneladas de mercancías transportadas en el año 2004, un valor que viene creciendo rápidamente a cada año.

**Hidrovía Paraguay-Paraná.** La hidrovía posee 3.442 km de extensión desde Nueva Palmira, en la margen izquierda del río Uruguay, en Uruguay, hasta Puerto Cáceres, en el extremo norte, sobre el río Paraguay. El tramo con mayor dificultad de tráfico es entre Puerto Cáceres y Corumbá. El río Paraguay entre Puerto Cáceres y su confluencia con el río Cuiabá presenta un lecho sinuoso, ancho y de poca profundidad, lo cual dificulta la navegación de barcos que requieren de un cierto calado. Para ampliar la capacidad de transporte de la hidrovía han sido planeadas obras para aumentar el calado de la vía; a pesar de ello, el proyecto puede implicar un importante impacto ambiental y ha sido cuestionado por grupos ambientalistas y necesita de una evaluación técnica cuidadosa.

En la **Tabla 4.11.3.1** se presentan las principales características físicas de la Hidrovía Paraguay-Paraná, considerando sus diferentes tramos.

**Hidrovía Tietê-Paraná.** El río Tietê escurre por una región muy industrializada de Brasil, que representa el 35% del PIB brasileño. En este sistema existen aprovechamientos múltiples de energía y navegación. Actualmente existen 8 esclusas y 9 presas con centrales hidroeléctricas. Esta hidrovía abarca desde el Tietê (que atraviesa la ciudad de San Pablo) hasta la presa de Itaipú, la cual aún no posee esclusa.

**Hidrovía Uruguay.** El río Uruguay es navegable en su tramo inferior, compartido por Uruguay y Argentina, aguas abajo de la presa de Salto Grande. Aguas arriba de Salto

Grande, el río es navegable desde Salto hasta São Borja, aunque el tráfico es escaso. En 2002, la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) promovió la realización de estudios completos sobre la navegación de este río.

Por el Puerto de Nueva Palmira (Uruguay) se mueven unos 11 millones de toneladas, de las cuales solo 5 millones corresponden a carga uruguaya de cereales y celulosa. El resto se estima que es proveniente fundamentalmente de Paraguay, por la Hidrovía Paraguay-Paraná.

El canal de acceso al puerto de Montevideo tiene una longitud de 42 km, dragado a 11m. Para mantener estas profundidades se estiman necesario dragar entre 10 y 12 millones de m<sup>3</sup>/año.

**Tabla 4.11.3.1**

### Hidrovía Paraguay-Paraná

Tramo	Longitud (km)	Calado (m)	Tren de barcasas (m)
<b>Río Paraguay</b>			
Cáceres – Corumbá	672	2,10	24 x 80
Corumbá – Porto Murtinho	538	2,10	50 x 290
Porto Murtinho – Asunción	602	2,10	60 x 319
Asunción – Confluencia	390	3,65	60 x 319
<b>Paraná</b>			
Encarnación – Itaipú	360		
Yacyretá – Encarnación	115		
Confluencia – Yacyretá	225		
Confluencia – Santa Fe	616	3,65	Liberadas
Santa Fe – Rosario	170	7,65	Liberadas
Rosario – Nueva Palmira	420	10,36	



La esclusa de la presa binacional Yacyretá permite la navegación del tramo del río Paraná compartido por Argentina y Paraguay.

#### 4.11.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

Al recordar el período de caudales muy bajos en la cuenca alta del río Paraguay entre 1960 y 1973, y su efecto en los costos de navegación y en el aumento de los impactos ambientales por niveles muy bajos, es importante verificar los potenciales efectos en el futuro, considerando el cambio climático. La reducción de los niveles, como en el período mencionado, aumentaría los costos de navegación en cerca de 300% debido a la necesidad de aumentar el número de embarcaciones para el mismo tonelaje.

#### 4.11.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

El Acuerdo sobre la Hidrovía es ley en todos los países y se requiere el compromiso político para que sea aplicado y cumplido, ya que hay protocolos y reglamentos que no se cumplen. Hay coincidencia en los países con respecto a la Hidrovía para que funcione mejor, pero se necesitan recursos para llegar a la navegabilidad efectiva. Hay poca coordinación entre el CIC y el CIH. A nivel nacional, existe normativa específica pero no ha sido armonizada entre los países.

#### 4.11.6 Principales causas detectadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

<p style="text-align: center;"><b>Causas técnicas</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Causas económico-gerenciales</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta o insuficiencia de infraestructura para superar los puntos críticos naturales.</li> <li>• Falta de mantenimiento de la vía navegable.</li> <li>• Falta de esclusas de navegación.</li> <li>• Insuficiencia de infraestructura de acceso a los puertos y para la operación de la navegación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuada gestión institucional conjunta.</li> <li>• Falta de acuerdo para el financiamiento conjunto de las obras.</li> <li>• Falta de recursos para el mantenimiento de la navegabilidad.</li> <li>• Falta de planificación multimodal del transporte.</li> <li>• Falta de información sobre los impactos socio-ambientales de la navegación a la sociedad civil.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Causas político-institucionales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Causas socio-culturales</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asimetrías y debilidades en las normativas de los países.</li> <li>• Falta de política de transporte.</li> <li>• Falta de instrumentación de tratados y convenios internacionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cultura de planificación.</li> <li>• Preferencia por el transporte terrestre.</li> </ul>

#### 4.11.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016l) y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas que el tema abarca y las acciones propuestas para resolverlos, se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Compatibilizar políticas regionales para el transporte fluvial.
- Adecuar el marco legal e institucional para la navegación fluvial.
- Promover mejoras estructurales, de mantenimiento y de operaciones en puertos.
- Promover acciones para la reducción de vulnerabilidad del transporte fluvial.
- Acordar normas para la seguridad en el transporte y el manipuleo de cargas peligrosas.
- Fortalecer capacidades institucionales para la planificación y gestión conjunta.
- Desarrollar planes transfronterizos para el mantenimiento y dragado de las vías navegables.
- Fortalecer los sistemas de información para la navegación.
- Impulsar un sistema integral de transporte.

## 4.12 Desarrollo del potencial hidroenergético

### 4.12.1 Presentación del tema

La hidroenergía es una de las actividades centrales para la integración socioeconómica de la CdP, donde se concentra gran parte de la energía hidroeléctrica generada en los países. En la matriz energética, la energía hidroeléctrica es el principal generador en por lo menos tres países de la Cuenca: Brasil, Paraguay y Uruguay, siendo también importante para Argentina. Una parte importante de la potencia asociada a esta energía se encuentra en los tramos transfronterizos de la cuenca. La producción hidroeléctrica ofrece oportunidades de sinergia entre los países en la producción y también en la transmisión y distribución de electricidad.

### 4.12.2 Actividades desarrolladas

A partir del trabajo de especialistas nacionales de los países de la Cuenca se procedió a actualizar el estado del conocimiento sobre hidroelectricidad, con una visión amplia, enfocada a la profundización de la integración de los sistemas existentes y previstos para el futuro.

### 4.12.3 Ampliación y actualización del conocimiento

Los países de la Cuenca tienen un gran potencial de fuentes de energía renovable, en particular en lo que respecta a la energía hidroeléctrica, que se estima en cerca de 93.000 MW, de los cuales ya se explota un 66%. Se han instalado más de 150 plantas de energía hidroeléctrica, 72 de ellas manejan niveles superiores a los 10 MW.

El 20% de la energía hidroeléctrica de los países de la Cuenca es generada en los tra-

mos transfronterizos. Una parte significativa del potencial hidroeléctrico se concentra en los ríos Paraná y Uruguay, debido a sus características geológicas e hidrológicas. El número de centrales planificadas es importante, tanto a nivel interno de los países como en los tramos de cursos transfronterizos.

Argentina cuenta con el mayor potencial aún sin explotar (2.650 MW), equivalente a un 66% de su potencial total en la Cuenca (4.000 MW). Bolivia ha planificado, junto con Argentina, trabajos en la cuenca del río Bermejo. Brasil es el que posee mayor potencial hidroeléctrico, con cerca de 74.000 MW (80% del potencial de la Cuenca), de los cuales se encuentra en operación alrededor del 67%. Paraguay cuenta con aproximadamente el 14% del potencial hidroeléctrico de la Cuenca, de los que un 67% (alrededor de 9.000 MW) se encuentran ya bajo explotación. Uruguay tiene en operación casi todo su potencial hidroeléctrico, que constituye aproximadamente el 1,5% del total de la Cuenca (1.515 MW).

La interacción a través de las interconexiones eléctricas está asociada con el uso de líneas de transmisión que conectan los sistemas eléctricos de dos o más naciones. La gran ventaja de la interconexión eléctrica es la posibilidad de transmitir energía eléctrica de un país a otro, aprovechando las diferencias y complementariedades de los sistemas eléctricos, los hábitos de consumo, la estacionalidad y la variación de las temperaturas. Además, existe la posibilidad de compensar problemas de tipo estructural de un país en particular. La integración del sector hidroeléctrico se concreta actualmente a través de centrales hidroeléctricas binacionales, entre las cuales se destaca Itaipú.

En función de la distancia a los centros de carga y del tamaño del potencial inventa-

riado, la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas puede no resultar económicamente viable si el mercado es mucho menor a la potencia de la central. Sin embargo, la integración eléctrica permite que las empresas de gran escala ubicadas en países con mercados internos más acotados puedan ser económicamente viables, al satisfacer la demanda de energía eléctrica integrada de varios países de manera mucho más fiable, permitiendo compensar eventuales disparidades o insuficiencias eléctricas con la energía excedente de otros países.

En este sentido, la integración eléctrica entre los países permite alcanzar una mayor confiabilidad de los sistemas energéticos para hacer frente a condiciones meteorológicas adversas, problemas técnicos y picos de consumo. Por otra parte, como los sistemas eléctricos deben estar diseñados no sólo para satisfacer la demanda media, sino sobre todo para poder afrontar picos de consumo, la posibilidad de compensar y complementar las instalaciones de varias regiones permite un mejor aprovechamiento de las inversiones realizadas.

#### 4.12.4 Influencia de la variabilidad y el cambio climático

La CdP tiene una posición privilegiada respecto a su disponibilidad de recursos hídricos en gran parte de su territorio. Sin embargo, la variabilidad y el cambio climático pueden afectar la producción de energía hidroeléctrica. El funcionamiento de las centrales depende del ciclo anual o plurianual de lluvias y, en consecuencia, del caudal asociado de los ríos. Fenómenos como los El Niño y La Niña –mencionados en el *Capítulo 2*– y las variaciones en la temperatura de la superficie del mar en el Atlántico Tropical y Sur pueden dar lugar a anomalías climáticas.

Será necesario continuar los estudios para poder contar con una visión clara de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos de la Cuenca y, consecuentemente, poder reducir la incertidumbre, que constituye un obstáculo para la planificación operacional y la gestión de las plantas hidroeléctricas.

#### 4.12.5 Consideraciones sobre aspectos legales e institucionales

Dado el grado de desarrollo de la hidroelectricidad en los países de la CdP, se cuenta con una gran experiencia en materia legal, lo que brinda una base de especial calidad para su armonización a nivel de la Cuenca, facilitando la integración energética.

Cabe señalar, no obstante, que el proceso de integración del sector hidroeléctrico debe abordar un contexto complejo, condicionado por múltiples variables, como la diversidad político-institucional de los distintos países, las diferencias de intereses, la seguridad jurídica, el sistema regulatorio, el sistema de comercialización de energía y la operación integrada de los sistemas eléctricos.

#### 4.12.6 Principales causas detectadas

Como este TCT se incorporó después de la elaboración del Macro ADT, no se cuenta con el respectivo análisis de sus causas.

#### 4.12.7 Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas para el TCT analizado, en base a los resultados de los estudios realizados durante la Etapa 1 del Programa Marco (PM, 2016k), se plantean las siguientes recomendaciones, como aporte para la preparación del PAE:

- Realizar acuerdos para la integración energética entre los países de la Cuenca.



Canal de Piracema en la presa Itaipú.

- Propiciar reuniones interinstitucionales de carácter transfronterizo entre equipos técnicos de las principales presas de la Cuenca, propendiendo al uso múltiple de embalses compartidos.
  - Fortalecer las relaciones entre las centrales hidroeléctricas binacionales (Itaipú, Yacyretá y Salto Grande) en diversos temas de trabajo, particularmente en la transferencia de experiencias y lecciones aprendidas por sus operadores.
  - Fomentar acuerdos con el sector de navegación para el manejo de caudales variables.
  - Incorporar en la planificación energética la información proveniente de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico y de los estudios sobre proyecciones climáticas.
  - Integrar las redes de monitoreo hidrometeorológico de los aprovechamientos hidráulicos a los demás sistemas de información.
- Efectuar acciones para el aprovechamiento de las comunicaciones del sistema interconectado regional a fin de mejorar la transmisión de informaciones para los sistemas hidrológicos de alerta temprana.

### 4.13 Principales problemas detectados por subcuenca

En este apartado se resumen los principales problemas detectados en cada subcuenca para la mayor parte de los Temas Críticos Transfronterizos tratados en los capítulos anteriores, con el propósito de resaltar y

brindar una base para poder relacionarlos. En la Figura 4.13.1 se resaltan algunos de esos problemas principales, mientras que en la descripción de cada una de ellas se presentan las respectivas figuras.

Figura 4.13.1 Problemas característicos de las subcuencas



## Alto Paraguay

(hasta su confluencia con el río Apa)

En esta subcuenca se encuentra el Pantanal, uno de los humedales de mayor trascendencia para la biodiversidad acuática de la Cuenca del Plata. La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (40%) y presenta riesgo ambiental por pérdida de integridad. Se han creado 61 áreas protegidas, que cubren un 12,6% de su área. Existen 6 sitios Ramsar (46.500 km<sup>2</sup>), 2 Reservas de Biosfera (326.492 km<sup>2</sup>) y 19 áreas de protección de aves (IBA). Es la segunda subcuenca menos poblada, con 2,4 millones de habitantes.

En materia de navegación, presenta el tramo de la Hidrovía Paraguay-Paraná con mayor dificultad de tráfico, el comprendido entre Puerto Cáceres y Corumbá. Entre Puerto Cáceres y la confluencia con el río Cuiabá, el lecho es sinuoso, ancho y de poca profundidad, lo cual dificulta la navegación de barcos que requieren un cierto calado. Para ampliar la capacidad de transporte de la hidrovía, han sido planeadas obras para aumentarlo, proyecto que puede implicar un importante impacto ambiental, requiriendo una evaluación técnica cuidadosa.

Con respecto a producción y transporte de sedimentos, requiere mayor atención el río Parapetí, en cuyo cauce se pueden observar procesos de sedimentación que ocurren por el cambio de pendiente del curso del río. En época de lluvias, el río transporta material

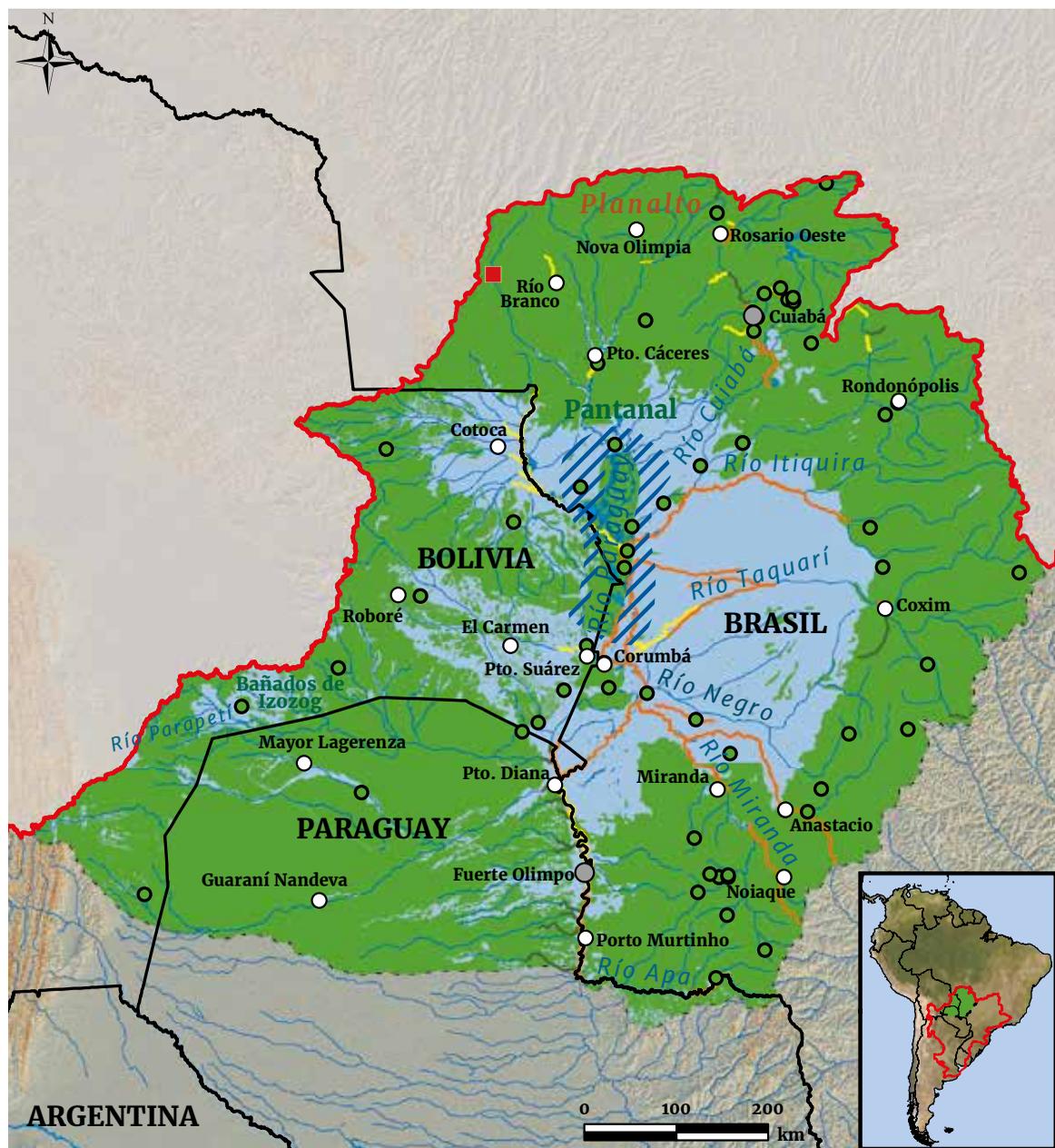
sedimentario por arrastre y suspensión. Los materiales gruesos se depositan próximos a la salida de la serranía subandina y los materiales, cada vez más finos, se van depositando a medida que recorre la llanura, hasta llegar a los bañados del Izozog, donde se acumula material muy fino.

En base al análisis de 4.579 km del tramo alto del río Paraguay, se estimó que el 65% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 25% una vulnerabilidad media y un 10% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 3 con más de 50.000 habitantes y 15 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra un aumento de los períodos secos, tanto en duración, magnitud e intensidad media, como en cobertura espacial.

En cuanto a contaminación, se destaca la proveniente de la actividad minera en Bolivia y Brasil. Existen depósitos de estaño en forma de casiterita y drenaje ácido, consecuencia de esa actividad y de sus pasivos ambientales. Por su parte, en el sector brasileño, los recursos hídricos se encuentran contaminados por los pesticidas utilizados en cultivos anuales en la región del Planalto.

Figura 4.13.2 Subcuenca del Alto Paraguay



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Alta</li> <li>— Media</li> <li>— Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Capital de país</li> <li>● Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>○ Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▨ Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

<b>Población estimada</b>	2,4 millones de hab.	La segunda menos poblada
<b>Áreas protegidas</b>	61 (12,6% del área)	
<b>Pérdida de ecosistemas terrestres</b>	40% del área	Considerable

## Bajo Paraguay

(hasta su confluencia con el río Paraná)

Esta subcuenca se caracteriza por la producción de sedimentos, la cual es algo mayor en la alta cuenca del río Pilcomayo que en la del río Bermejo. Sin embargo, la carga en el río Pilcomayo es depositada en bañados de su cono aluvial, en la planicie chaqueña y, consecuentemente, no llega a descargarse en el río Paraguay. La sedimentación total del cauce hasta niveles superiores a la planicie de inundación es un problema morfológico que afecta la gestión de la cuenca. Como consecuencia, los caudales del río Pilcomayo desbordan sobre la planicie formando nuevos bañados con periodicidad anual. Por su parte, cabe señalar que el aporte de limos y arcillas del río Bermejo constituye el 90% de los finos transportados por río Paraná.

En cuanto a cargas de contaminantes, las mayores provienen de la actividad agrícola (cultivos y pasturas) y, principalmente, de descargas de efluentes domésticos e industriales en áreas cercanas a grandes centros urbanos como Concepción, Asunción – capital de Paraguay– y Pilar. Asimismo se observa una alta concentración de fenoles –indicando probable contaminación proveniente de industrias, entre ellas, la maderera– en el curso del río Paraguay y en uno de sus tributarios, el río Apa. Hay asimismo presencia de metales pesados en los ríos

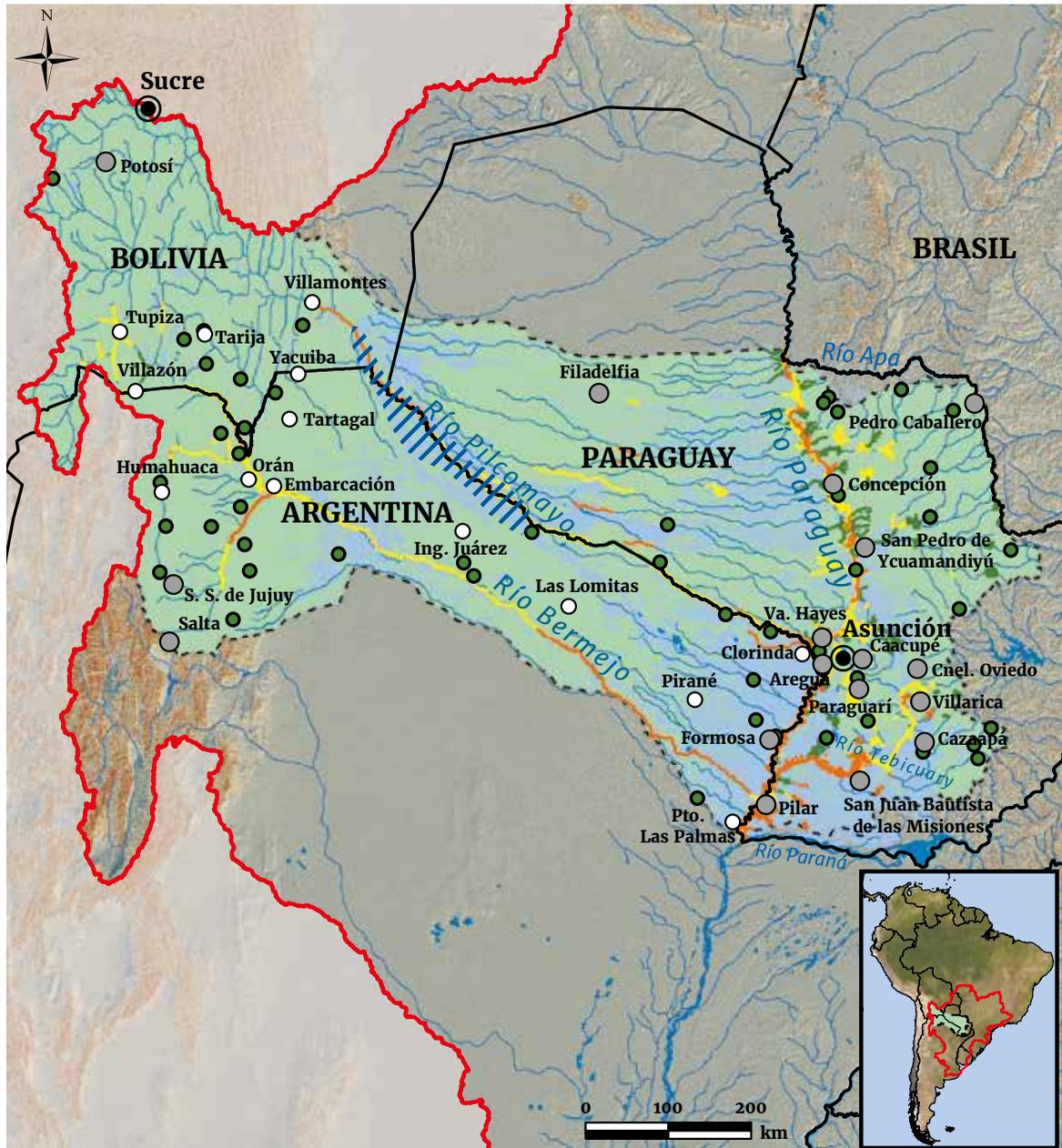
Pilcomayo y Bermejo, con origen en la actividad minera en las cabeceras de sus respectivas cuencas sobre territorio boliviano.

Es una de las subcuencas menos pobladas, con 2,8 millones de habitantes, incluyendo también a la capital constitucional de Bolivia, Sucre. Ha sufrido una pérdida de ecosistemas terrestres del 15%. Se han planeado 3 reservorios importantes en las nacientes del río Bermejo. Se han creado 66 áreas protegidas que cubren un 7,4% de su área. Existen 9 sitios Ramsar (11.384 km<sup>2</sup>), 6 Reservas de Biosfera (21.097 km<sup>2</sup>) y 94 IBA.

Por otra parte, en base al análisis de 17.417 km del tramo bajo del río Paraguay, se estimó que el 38% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 41% una vulnerabilidad media y un 21% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 9 con más de 50.000 habitantes y 17 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra un aumento de los períodos secos, tanto en duración, magnitud y cobertura espacial, pero sin llegar a los niveles de las subcuencas del Alto Paraguay y Alto Paraná.

Figura 4.13.3 Subcuenca del Bajo Paraguay



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Capital de país</li> <li>● Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>○ Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▨ Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

<b>Población estimada</b>	2,8 millones de hab.	Una de las menos pobladas
<b>Áreas protegidas</b>	66 (7,4% del área)	
<b>Pérdida de ecosistemas terrestres</b>	15% del área	La menos afectada

## Alto Paraná

(hasta su confluencia con el río Iguazú)

Es la subcuenca más poblada, con 61,8 millones de habitantes, con 6 ciudades importantes, incluyendo a Brasilia, la capital de Brasil. El Alto Paraná y sus afluentes han sufrido grandes modificaciones para el control de inundaciones y la generación de energía hidroeléctrica (43 grandes reservorios y 8 presas con esclusas). La Hidrovía Tietê-Paraná abarca el río Tietê, que escurre por una región muy industrializada de Brasil, y el río Paraná hasta la presa de Itaipú, la cual aún no posee esclusa.

En cuanto a contaminación, se observa degradación o pérdida de la calidad del agua en las zonas ribereñas de los conglomerados urbano-industriales y en ríos y arroyos de la subcuenca como, por ejemplo, en las zonas de San Pablo, Brasilia y Curitiba, con gran demanda de agua y el correspondiente incremento de la carga de contaminantes vertidos. Asimismo se observa que los efluentes industriales de las industrias ligadas a actividades agropecuarias, representan importantes aportes de contaminación por materia orgánica, con la consecuente disminución de los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua.

Esta subcuenca ha sufrido una muy alta pérdida de ecosistemas terrestres (75%).

No existen sitios Ramsar, lo que indica la ausencia de grandes humedales de relevancia internacional. Existe un gran número de áreas protegidas (313), aunque solo cubren un 7,7% de su área. La Reserva de Biosfera Bosque Mbaracayú (2.800 km<sup>2</sup>), está en parte incluida dentro de esta subcuenca. Existen 32 IBA dentro de sus límites. Nueve especies de peces amenazadas habitan en esta subcuenca y existe un alto grado de invasión de especies exóticas. El cultivo de peces exóticos está muy desarrollado.

En materia de inundaciones, se analizaron 11.939 km del tramo alto del río Paraná, estimándose que el 23% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 40% una vulnerabilidad media y un 37% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 39 con más de 50.000 habitantes y 66 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra un aumento de los períodos secos, tanto en duración, magnitud e intensidad media, como en cobertura espacial.

Figura 4.13.4 Subcuenca del Alto Paraná



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">—</span> Alta</li> <li><span style="color: yellow;">—</span> Media</li> <li><span style="color: green;">—</span> Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">●</span> Capital de país</li> <li><span style="border: 1px solid grey; border-radius: 50%; padding: 2px;">●</span> Capital de estado, departamento o provincia</li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">○</span> Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">●</span> Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">▭</span> Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">▨</span> Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

**Población estimada** 61,8 millones de hab. La más poblada

**Áreas protegidas** 313 (7,7% del área)

**Pérdida de ecosistemas terrestres** 75% del área Muy alta

## Bajo Paraná

(hasta su desembocadura en el Río de la Plata)

En esta subcuenca existen varios humedales destacados, como los sitios Ramsar Lagunas y Esteros del Iberá, Humedales Chaco, Jaukanigás, Reserva Otamendi y la Planicie de inundación del Bajo Paraná, Delta del Paraná (Argentina). La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (40%) y presenta riesgo ambiental por pérdida de integridad. Se han creado 82 áreas protegidas que cubren solo un 5,6% del área, Existen 5 sitios Ramsar (10.950 km<sup>2</sup>), 2 Reservas de Biosfera (10.619 km<sup>2</sup>) y 78 IBA. Trece especies de peces amenazadas habitan en esta subcuenca y existe un alto grado de invasión, con 7 especies de peces exóticos. El cultivo de peces exóticos está muy desarrollado.

La población asciende a 9,5 millones de habitantes, con 7 ciudades importantes. Se han construido 3 reservorios asociados a presas con centrales de más de 100 MW, uno en el río Juramento y dos en el Paraná. Otras obras que impactan al ecosistema son la conexión vial Rosario-Victoria, la expansión inmobiliaria sobre humedales y la pérdida de estos por construcción de albardones para aprovechamiento de la agricultura y cría de ganado.

En cuanto a inundaciones, del análisis de 12.946 km del tramo bajo del río Paraná, surgió que el 73% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 24% una vulnerabilidad media y un 3% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 22 con más de 50.000 habitantes y 77 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra que el clima se va tornando gradualmente más húmedo para los escenarios más lejanos en el tiempo, disminuyendo los períodos secos y su magnitud, intensidad media y cobertura espacial.

En cuanto a contaminación, se observan problemas, principalmente en grandes conglomerados urbanos, como las ciudades de Rosario y Santa Fe, y zonas con desarrollo industrial, como la ciudad de Esperanza, con curtiembres que vierten sus efluentes en el río Salado, afluente del Paraná.

Figura 4.13.5 Subcuenca del Bajo Paraná



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital de país</li> <li>Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

**Población estimada** 9,5 millones de hab. Nivel intermedio

**Áreas protegidas** 82 (5,6% del área)

**Pérdida de ecosistemas terrestres** 40% del área Considerable

## Alto Uruguay

(hasta la sección prevista para la presa Garabí)

Es la subcuenca menos poblada, con 1,7 millones de habitantes, sin grandes ciudades. Ha sufrido una importante pérdida de ecosistemas terrestres (60%). Se han construido 3 grandes reservorios asociados a presas con centrales hidroeléctricas sobre el río Uruguay y existen planes para la construcción de 3 nuevas. Se han creado 29 áreas protegidas, que cubren solo un 4,4% de su área. Si bien hay humedales importantes, como los Saltos del Moconá, no existen sitios Ramsar. Se encuentra una Reserva de Biosfera, Yabotí (2.366 km<sup>2</sup>), y se han identificado 12 IBA.

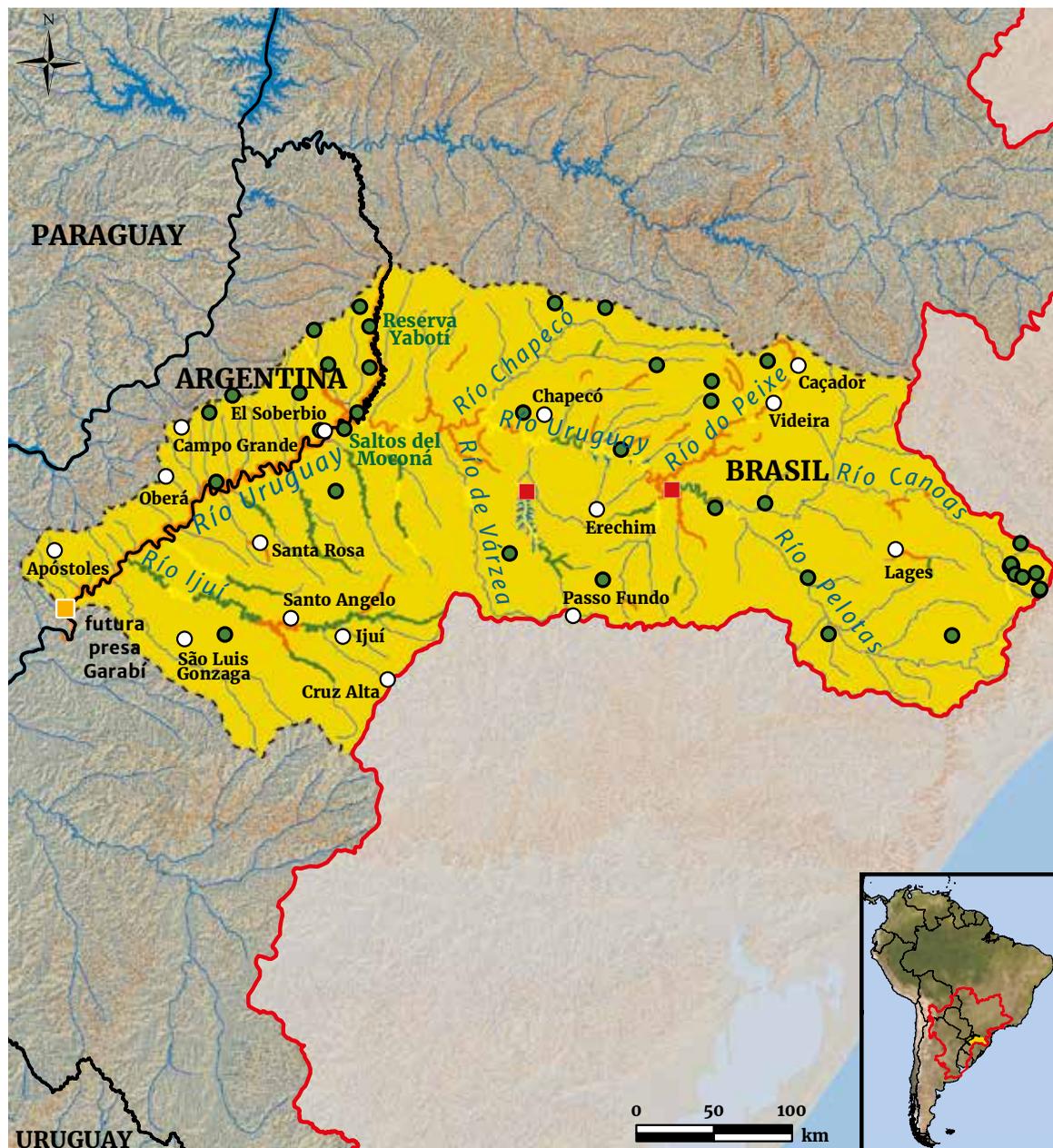
En cuanto a contaminación industrial, las mayores fuentes se encuentran en los tributarios, ríos Peixe y Canoas, que reciben altas cargas de contaminación de origen puntual y difuso, originados en industrias papeleras y alimentarias, y curtiembres

de, respectivamente, las ciudades de Caçador y Videira.

En materia de inundaciones, se analizaron 4.454 km del tramo alto del río Uruguay, estimándose que el 55% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 19% una vulnerabilidad media y un 26% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 4 con más de 50.000 habitantes y 18 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra menos períodos secos, aunque con mayor duración e intensidad. Más adelante, predomina el clima húmedo, disminuyendo la cantidad de períodos secos, su duración, intensidad y cobertura.

Figura 4.13.6 Subcuenca del Alto Uruguay



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital de país</li> <li>Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

**Población estimada** 1,7 millones de hab. La menos poblada

**Áreas protegidas** 29 (4,4% del área)

**Pérdida de ecosistemas terrestres** 60% del área Importante

## Bajo Uruguay

(hasta su desembocadura  
en el Río de la Plata)

Es una subcuenca con un nivel intermedio en cuanto a población, con 3,8 millones de habitantes y tres ciudades importantes. En ella se presentan algunos conflictos por el uso alternativo del agua entre la irrigación de arroz, el abastecimiento de las ciudades y la conservación de los caudales ecológicos en los ríos. En cuanto a contaminación, se observa una recurrente aparición de floraciones algales nocivas por cianobacterias, como consecuencia de aportes de nutrientes provenientes de la actividad agropecuaria.

Se destacan los humedales Planicie e islas del río Uruguay, el Sitio Ramsar Esteros de Farrapos, Villa Soriano y el Sitio Ramsar Palmar de Yatay. La subcuenca ha sufrido una importante pérdida de ecosistemas terrestres (60%). Existen 4 grandes reservorios asociados a presas con centrales hidroeléctricas, una sobre el río Uruguay y tres sobre el río Negro. Se han creado 39 áreas protegidas, que cubren solo un 1,8% de su área. Existen 3 sitios Ramsar (849 km<sup>2</sup>) y una Reserva de Biosfera (997 km<sup>2</sup>), y se han identificado 20 IBA. Se han registrado 6 especies de peces amenazadas y 5 especies de peces exóticos.

En cuanto a inundaciones, el análisis de 13.334 km del tramo bajo del río Uruguay muestra que el 27% del curso presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 39% una vulnerabilidad media y un 34% una vulnerabilidad baja. Por su parte, se identificaron 7 poblaciones con más de 50.000 habitantes, y 18 entre 10.000 y 50.000 habitantes, con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra un aumento de los recursos hídricos a medida que se analizan los escenarios más lejanos en el tiempo. Los períodos secos disminuyen tanto en cantidad, duración e intensidad, como en cobertura espacial.

El río Uruguay es navegable en su tramo inferior, compartido por Uruguay y Argentina, aguas abajo de la presa de Salto Grande. Aguas arriba de Salto Grande, es navegable desde Salto hasta São Borja, aunque el tráfico es escaso.

Figura 4.13.7 Subcuenca del Bajo Uruguay



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Alta</li> <li>— Media</li> <li>— Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Capital de país</li> <li>● Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>○ Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

**Población estimada** 3,8 millones de hab. Nivel intermedio

**Áreas protegidas** 39 (1,8% del área)

**Pérdida de ecosistemas terrestres** 60% del área Importante

## Subcuenca del Río de la Plata

Es la segunda subcuenca más poblada, con 24,9 millones de habitantes, con 5 grandes ciudades, incluyendo Buenos Aires y Montevideo, las capitales de Argentina y Uruguay, respectivamente.

La mayor contaminación de origen urbano-industrial en Argentina proviene de las ciudades de Buenos Aires y su conurbano, y de La Plata y Gran La Plata destacándose, por su alto grado, las subcuencas de los ríos Matanza-Riachuelo y Reconquista, además de numerosos arroyos y ductos. En el caso de Uruguay, los más afectados son los cursos urbanos, los arroyos Carrasco, Miguelete, Pantanoso, Colorado y Las Piedras y muchos de sus tributarios, además de la Bahía de Montevideo y la subcuenca del río Santa Lucía. Asimismo, se observa una recurrente aparición de floraciones algales nocivas por cianobacterias en la margen uruguaya del Río de la Plata y en dicha subcuenca, como consecuencia de aportes de nutrientes provenientes de la actividad agropecuaria.

Los sedimentos finos del río Bermejo, transportados por el río Paraná, sedimentan predominantemente en el Río de la Plata, siendo su tramo superior, contiguo al Delta del Paraná, la zona de mayor actividad fluviomorfológica.

En base al análisis de 3.150 km en la subcuenca propia del Río de la Plata, se estimó que el 6% de los cursos presenta una vulnerabilidad alta ante inundaciones, el 45% una vulnerabilidad media y un 49% una vulnerabilidad baja. En cuanto al número de poblaciones con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas, se identificaron 8 con más de 50.000 habitantes y 15 entre 10.000 y 50.000 habitantes.

En materia de sequías, la caracterización de los futuros períodos de déficit hídrico muestra una fuerte disminución de los períodos secos, su duración y magnitud, así como su cobertura espacial.

En esta subcuenca se destacan los humedales Bahía de Samborombón y Bañados de Santa Lucía. La subcuenca ha sufrido una considerable pérdida de ecosistemas terrestres (35%), concentrados en la franja costera del Río de la Plata. Se han creado 11 áreas protegidas, que cubren solo un 0,8% del área de la subcuenca. Existen 2 sitios Ramsar (4.883 km<sup>2</sup>) y 2 Reservas de Biosfera (1.289 km<sup>2</sup>) en la margen argentina y se han identificado 9 IBA. Existe una considerable riqueza íctica, registrándose 5 especies amenazadas. El grado de invasión es alto, con 8 especies de peces exóticos registrados.

Figura 4.13.8 Subcuenca propia del Río de la Plata



Vulnerabilidad ante inundaciones	Población	Conservación	Humedales	Sedimentos	Hidroelectricidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital de país</li> <li>Capital de estado, departamento o provincia</li> <li>Ciudad principal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedales principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas de deposición principales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centrales hidroeléctricas mayores a 100 MW</li> </ul>

**Población estimada** 24,9 millones de hab. La segunda más poblada

**Áreas protegidas** 11 (0,8% del área)

**Pérdida de ecosistemas terrestres** 35% del área Considerable



# Capítulo 5:

## Conclusiones del ADT como aportes para el PAE

La ejecución del Programa Marco durante el período 2011-2016 permitió enriquecer el nivel de información sobre los Temas Críticos Transfronterizos (TCT) de la Cuenca del Plata, particularmente en relación con la característica de la problemática e impactos relacionados. Los trabajos desarrollados por las instituciones nacionales de cada país, a través de los Grupos Temáticos, fueron consolidados a través de consultorías técnicas, buscando aportar una visión global de las distintas problemáticas y de su importancia en la Cuenca, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos asociados con los mismos. En algunos casos, se desarrollaron consultorías técnicas especializadas, atendiendo temas no vinculados con un componente en particular. En este aspecto fueron tratados los temas de salud, navegación y energía, entre otros. Un aspecto particularmente importante de esta fase del proyecto fue la generación e incorporación de los datos e información sobre variabilidad y cambio climático generados por el componente III sobre Hidroclimatología, los que permitieron visualizar, de forma cualitativa, los impactos previstos en relación con las problemáticas identificadas y con los sectores económicos de interés para la Cuenca.

El desarrollo de cada uno de los TCT que muestra el *Capítulo 4* –respaldado por lo reseñado en los *Capítulos 1* al *3*– permite comprender el comportamiento hidrológico de la Cuenca del Plata, tanto desde el punto de vista histórico como el del proyectado para el futuro.

De tal análisis surge que, a la comprensión de los fenómenos naturales, se debe agregar un mejor conocimiento de las actividades antrópicas que han afectado ese comportamiento hidrológico, particularmente el cambio en el uso del suelo, impulsado especialmente por el desarrollo de la agricultura y la ganadería y la creciente urbanización. Tal comportamiento hidrológico, modificado por la acción del hombre, es la base directa, o relativamente menos indirecta, para el análisis de cada uno de los TCT.

Sobre la base del análisis de las principales causas identificadas para los TCT y de las recomendaciones surgidas a partir del desarrollo de esta fase del proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones generales para su consideración en el Programa de Acciones Estratégicas (PAE), agrupadas de acuerdo con los aspectos técnicos, económico-gerenciales, político-institucionales y socio-culturales:

## Aspectos técnicos

- Promover el monitoreo conjunto en cantidad y calidad de los recursos hídricos compartidos.
- Impulsar la coordinación entre los sistemas de observación y de alerta frente a eventos extremos (inundaciones y sequías) de los países de la Cuenca.
- Promover la zonificación agro-ecológica para reducir el impacto de eventos extremos.
- Mejorar la planificación urbana y territorial para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a eventos extremos.
- Intercambiar experiencias sobre gestión del riesgo entre los organismos nacionales, bilaterales y multilaterales.
- Desarrollar planes regionales de contingencia de áreas urbanas y rurales frente a inundaciones y sequías.
- Impulsar el intercambio de buenas prácticas para la gestión de sequías.
- Desarrollar y aplicar, a nivel sectorial y de subcuencas, metodologías para la cuantificación de los perjuicios económicos causados por los eventos extremos.
- Promover la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y del uso racional de agroquímicos.
- Intercambiar experiencias sobre producción industrial más limpia.
- Intercambiar experiencias sobre la disposición de residuos en el transporte fluvial transfronterizo.
- Implementar mecanismos para reducir los impactos de las obras hidráulicas sobre las migraciones de distintas especies de peces.
- Desarrollar o actualizar planes y programas de contingencia ante rotura de presas y otros accidentes.
- Promover mejoras estructurales, de mantenimiento y de operaciones en puertos.
- Promover acciones para la reducción de vulnerabilidad del transporte fluvial.
- Desarrollar planes transfronterizos para el mantenimiento y dragado de las vías navegables.

## Aspectos económico-gerenciales

- Desarrollar criterios consensuados y armonizar normativas para el monitoreo y la evaluación de la calidad del agua.
- Buscar fuentes de financiamiento para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- Buscar fuentes de financiamiento para la implementación de mejores prácticas para el monitoreo y la gestión de la calidad ambiental en emprendimientos mineros.
- Desarrollar corredores ecológicos fluviales y costeros y otras formas de conservación participativa.
- Establecer mecanismos de cooperación entre los países en materia de conservación de la biodiversidad.
- Consolidar estándares de pesca deportiva a nivel de subcuenca.
- Implementar un código de conducta para la pesca responsable.
- Establecer normas y criterios comunes de seguridad, considerando la incidencia de la variabilidad y el cambio climático.
- Promover el intercambio de información y de experiencias sobre operación de embalses y seguridad de obras.

## Aspectos político-institucionales

- Promover la cooperación y coordinación institucional a nivel de cuenca, incluyendo la consolidación del CIC como organismo de coordinación y articulación institucional a nivel de Cuenca.
- Armonizar los marcos jurídicos para la gestión de los recursos hídricos transfronterizos.
- Armonizar la legislación ambiental, de recursos hídricos y de suelos.
- Promover el desarrollo de políticas regionales y el fortalecimiento del marco legal para la prevención y gestión de eventos extremos.
- Promover la adopción de presupuestos mínimos regionales para la conservación de la biodiversidad.
- Fortalecer y armonizar el marco jurídico regional para la protección de la biodiversidad acuática.
- Desarrollar y aplicar protocolos para el control y manejo de especies invasoras.
- Armonizar la legislación y normativa pesquera.
- Establecer un marco normativo y regulatorio para la utilización sostenible de acuíferos.
- Elaborar y adoptar normas nacionales y transnacionales de seguridad ante rotura de presas y otras emergencias.
- Compatibilizar políticas regionales y adecuar el marco legal e institucional para la navegación fluvial.
- Compatibilizar políticas regionales para el desarrollo hidroeléctrico.
- Promover políticas regionales para el desarrollo de proyectos eco-turísticos.

## Aspectos socio-culturales

- Impulsar una mayor participación de la sociedad en las acciones tendientes a la solución de los problemas de la Cuenca.
- Desarrollar e intercambiar experiencias sobre programas de investigación, educación y concientización ciudadana en materia de recursos hídricos y respectivas consideraciones ambientales.
- Impulsar programas de educación y concientización ciudadana sobre problemas ambientales específicos de la Cuenca.
- Promover una cultura de cooperación para encarar acciones colectivas.



# Anexo: Información complementaria



Tabla A.1

### Población de los estados / provincias / departamentos que forman parte de la Cuenca del Plata

País (*)	Estado / Provincia / Departamento	Población (hab)
<b>Argentina</b>	Buenos Aires, Catamarca, Ciudad de Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán.	29.030.719 26,1%
		2.064.348 1,8%
Brasil	Brasilia (Distrito Federal), Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Río Grande do Sul, Santa Catarina, San Pablo.	70.527.416 63,3%
		6.672.631 6,0%
<b>Paraguay</b>	Todo el país.	3.105.368 2,8%
<b>Uruguay</b>	Artigas, Canelones, Colonia, Durazno, Flores, Florida, Montevideo, Paysandú, Río Negro, Rivera, Salto, San José, Sorlano, Tacuarembó.	
<b>Total</b>		<b>111.400.482</b> <b>100%</b>

El cálculo de la población de la Cuenca del Plata se realizó a partir de la suma de la población de las unidades de segundo y tercer nivel cuyo territorio está dentro de la cuenca. Se consideraron provincias y departamentos en Argentina; estados y municipios en Brasil; departamentos y provincias en Bolivia y departamentos y secciones censales en Uruguay. En el caso de Paraguay, se consideró el dato total por país, ya que éste se encuentra íntegramente incluido en la Cuenca. En todos los casos se consideró como representativa toda unidad territorial administrativa con 5% o más de su superficie incluida en la Cuenca.

(\*) Los datos corresponden a los años 2010 en Argentina y Brasil; 2011 en Uruguay y 2012 en Bolivia y Paraguay. En este último caso se realizó el censo pero aún no se encuentran disponibles los resultados en la página web; el dato corresponde a un cálculo de proyección hecho por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos del Paraguay.

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC, Argentina); Instituto Nacional de Estadística (INE, Bolivia); Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística (IBGE, Brasil); Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC, Paraguay) e Instituto Nacional de Estadística (INE, Uruguay).

Tabla A.2

## Participación de los sectores en % del PBI

Sectores	Argentina <sup>1</sup>	Bolivia <sup>2</sup>	Brasil <sup>3</sup>	Paraguay <sup>4</sup>	Uruguay <sup>5</sup>
<b>Agricultura</b>	9,0	12,3	5,3	18,1	10,1
<b>Minería</b>	3,8	18,4	4,3	0,2	0,3
<b>Industria</b>	19,5	12,8	13,0	12,2	22,6
<b>Energía / Agua</b>	1,0	2,4	3,1	10,2	4,8
<b>Construcción</b>	5,9	3,3	5,7	7,8	4,1
<b>Servicios</b>	15,7	11,1	12,7	16,8	13,4
<b>Transporte y comunicaciones</b>	7,9	10,0	8,3	6,5	9,1
<b>Sector financiero</b>	16,0	10,8	15,4	8,9	18,5
<b>Servicios sociales y gobierno</b>	21,2	18,9	32,3	19,4	17,1

Año base: <sup>1</sup> 1993; <sup>2</sup> 1990; <sup>3</sup> 2000; <sup>4</sup> 1994; <sup>5</sup> 1983.

Los datos de la tabla se refieren a los países de la Cuenca en su totalidad, no sólo a la porción correspondiente a la Cuenca del Plata.

Fuente: Anuario estadístico de América Latina y el Caribe. CEPAL, 2013.

Tabla A.3

## Índice de Desarrollo Humano (IDH) por países y por estados, provincias o departamentos en la Cuenca del Plata

País	IDH país	Estado / Provincia / Departamento
<b>Argentina (2011)</b>	0,848	Buenos Aires 0,838, Catamarca 0,836, Ciudad de Buenos Aires 0,889, Chaco 0,807, Córdoba 0,862, Corrientes 0,828, Entre Ríos 0,839, Formosa 0,806, Jujuy 0,829, Misiones 0,817, Salta 0,832, Santa Fe 0,846, Santiago del Estero 0,807, Tucumán 0,843.
<b>Bolivia (2001)</b>	0,641	Chuquisaca 0,563, Oruro 0,618, Potosí 0,514, Santa Cruz 0,689, Tarija 0,641.
<b>Brasil (2010)</b>	0,727	Brasilia (Distrito Federal) 0,824, Goiás 0,735, Minas Gerais 0,731, Mato Grosso 0,725, Mato Grosso do Sul 0,729, Paraná 0,749, Río Grande do Sul 0,746, Santa Catarina 0,774, San Pablo 0,783.
<b>Paraguay (2011)</b>	0,659	La totalidad del territorio de Paraguay se encuentra comprendido en la Cuenca del Plata.
<b>Uruguay (2010)</b>	0,790	Artigas 0,738, Canelones 0,706, Colonia 0,775, Durazno 0,762, Flores 0,772, Florida 0,769, Lavalleja 0,750, Maldonado 0,767, Montevideo 0,841, Paysandú 0,748, Río Negro 0,753, Rivera 0,710, Salto 0,742, San José 0,732, Soriano 0,748, Tacuarembó 0,745.

## Fuentes:

PNUD (2013): *Informe nacional sobre desarrollo humano 2013. Argentina en un mundo incierto. Asegurar el desarrollo humano en el siglo XXI*. Buenos Aires, PNUD. Disponible en: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/pnudind013.pdf> (consulta enero 2016).

PNUD (2004): *Índice de desarrollo humano en los municipios de Bolivia. Informe nacional de desarrollo humano Bolivia 2004*. La Paz, PNUD. Disponible en: <http://www.bivica.org/upload/idh-municipios.pdf> (consulta enero 2016).  
 PNUD, Fundação Joao Pinheiro e IPEA (2016): *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Disponible en: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/es/> (consulta enero 2016)

PNUD (2012): *Evaluación del desarrollo humano en Paraguay en la década 2001-2011*. Asunción, PNUD. Disponible en: <http://www.undp.org/content/dam/paraguay/docs/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Desarrollo%20Humano%20en%20Paraguay.pdf> (consulta enero 2016)

PNUD y Presidencia del Uruguay (2011): *Índice de desarrollo humano en Uruguay*. Montevideo, PNUD. Disponible en: [https://www.presidencia.gub.uy/\\_web/noticias/2005/06/2005061503.htm](https://www.presidencia.gub.uy/_web/noticias/2005/06/2005061503.htm) (consulta enero 2016).

Tabla A.4

### Porcentaje de analfabetismo por países y por estados, provincias o departamentos

País	% país	Estado / Provincia / Departamento
<b>Argentina (2010)</b>	7,5	Buenos Aires 6,2, Catamarca 7,4, Ciudad de Buenos Aires 3,6, Chaco 11,0, Córdoba 6,0, Corrientes 9,5, Entre Ríos 7,1, Formosa 9,7, Jujuy 8,3, Misiones 10,3, Salta 9,0, Santa Fe 6,1, Santiago del Estero 9,9, Tucumán 7,9.
<b>Bolivia (2012)</b>	12,6	Chuquisaca 11,8, Oruro 6,2, Potosí 11,9, Santa Cruz 1,6, Tarija 7,8.
<b>Brasil (2010)</b>	9,2	Brasilia (Distrito Federal) 4,7, Goiás 8,0, Minas Gerais 8,3, Mato Grosso 8,5, Mato Grosso do Sul 7,7, Paraná 6,3, Rio Grande do Sul 4,5, Santa Catarina 4,1, San Pablo 4,3.
<b>Paraguay (2012)</b>	4,7	La totalidad del territorio de Paraguay se encuentra comprendido en la Cuenca del Plata.
<b>Uruguay (2010)</b>	1,3	Artigas 2,8, Canelones 1,4, Colonia 1,3, Durazno 2,1, Flores 1,8, Florida 1,9, Lavalleja 1,9, Maldonado 1,1, Montevideo 0,9, Paysandú 1,7, Río Negro 2,2, Rivera 3,5, Salto 2,1, San José 1,6, Soriano 2,1, Tacuarembó 2,7.

Nota: Los datos corresponden a la totalidad de departamentos, estados y provincias; en el caso de los países se sumaron los totales parciales y se calculó el porcentaje sobre la población total de cada uno de ellos en la cuenca.

Fuentes:

INDEC (2013): *Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares 2010*. Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponible en: <http://www.indec.gov.ar/bases-de-datos.asp?solapa=5> ;

INE (2012): *Censo de Población y Vivienda 2012*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://censosbolivia.ine.gob.bo/>

IBGE (2010): *Censo demográfico 2010*. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponible en: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/caracteristicas\\_da\\_populacao\\_tab\\_uf\\_zip\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/caracteristicas_da_populacao_tab_uf_zip_xls.shtm)

INE (2011): *Censo de Población, Hogares y Viviendas 2011*. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.redatam.org/binury/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPV2011&lang=esp>

Tabla A.5

### Esperanza de vida al nacer por países y por estados, provincias o departamentos

País	Esperanza de vida país (en años)	Estado / Provincia / Departamento
<b>Argentina (2008 - 2010)</b>	75,3	Buenos Aires 75,2, Catamarca 76,0, Ciudad de Buenos Aires 77,2, Chaco 72,8, Córdoba 75,7, Corrientes 74,4, Entre Ríos 75,0, Formosa 73,9, Jujuy 74,8, Misiones 74,2, Salta 74,9, Santa Fe 75,1, Santiago del Estero 70,9, Tucumán 75,1.
<b>Bolivia (2005- 2010)</b>	67,1	Chuquisaca 66,3, Oruro 64,4, Potosí 62, Santa Cruz 69,4, Tarija 69,5.
<b>Brasil (2011)</b>	74,2	Brasilia (Distrito Federal) 76,2, Goiás 74,4, Minas Gerais 75,6, Mato Grosso 74,2, Mato Grosso do Sul 74,8, Paraná 75,2, Rio Grande do Sul 76,0, Santa Catarina 76,2, San Pablo 75,3.
<b>Paraguay (2010- 2015)</b>	72,5	La totalidad del territorio de Paraguay se encuentra comprendido en la Cuenca del Plata.
<b>Uruguay (2006- 2010)</b>	75,9	Artigas 75,8, Canelones 76,0, Colonia 77,2, Durazno 76,5, Flores 76,8, Florida 77,0, Lavalleja 75,9, Maldonado 76,7, Montevideo 75,9, Paysandú 76,2, Río Negro 76,5, Rivera 75,3, Salto 75,2, San José 75,1, Soriano 75,9, Tacuarembó 75,5.

Fuentes:

INDEC (2005): Proyecciones de población por sexo y grupos de edad 2001-2015. Serie Análisis Demográfico N° 31. Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INE (2004): Proyección de la esperanza de vida al nacer por sexo y períodos, según región y departamento 2000-2030. Disponible en: <http://www.ine.gob.bo/indice/visualizador.aspx?ah=PC20131.HTM>

IBGE (2010): Grandes Regiões e Unidades da Federação: Esperança de vida ao nascer segundo projeção populacional: 1980, 1991-2030. Disponible en: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/000000243.pdf>

PNUD Paraguay (2012): Evolución del desarrollo humano en Paraguay. Asunción, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible en: <http://www.undp.org/content/dam/paraguay/docs/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Desarrollo%20Humano%20en%20Paraguay.pdf>

INE (2013): Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: metodología y resultados. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/estimaciones-y-proyecciones>

Tabla A.6

### Tasas de mortalidad infantil por países y por estados, provincias o departamentos

País	Mortalidad infantil país (en %)	Estado / Provincia / Departamento
<b>Argentina (2013)</b>	10,8	Buenos Aires 11,0, Catamarca 9,7, Ciudad de Buenos Aires 8,9, Chaco 11,6, Córdoba 9,6, Corrientes 14,9, Entre Ríos 9,2, Formosa 14,2, Jujuy 11,8, Misiones 10,4, Salta 14,1, Santa Fe 9,8, Santiago del Estero 11,5, Tucumán 13,1.
<b>Bolivia (2005-2011)</b>	61,1	Chuquisaca 48,3, Oruro 55,1, Potosí 65,5, Santa Cruz 37,8, Tarija 37,2.
<b>Brasil (2014)</b>	14,4	Brasilia (Distrito Federal) 11,0, Goiás 15,8, Minas Gerais 12,0, Mato Grosso 17,7, Mato Grosso do Sul 14,9, Paraná 10,1, Rio Grande do Sul 10,2, Santa Catarina 9,8, San Pablo 10,5.
<b>Paraguay (2011)</b>	15,2	La totalidad del territorio de Paraguay se encuentra comprendido en la Cuenca del Plata.
<b>Uruguay (2013)</b>	8,9	Artigas 9,4, Canelones 10,0, Colonia 7,5, Durazno 6,0, Flores 5,8, Florida 5,4, Lavalleja 11,4, Maldonado 5,4, Montevideo 7,5, Paysandú 8,9, Río Negro 11,1, Rivera 10,2, Salto 10,4, San José 9,8, Soriano 9,7, Tacuarembó 7,1.

Los datos corresponden a la totalidad de cada departamento, estado o provincia y al conjunto de cada país.

Fuentes:

Dirección de Estadísticas e Información de Salud (2013): *Estadísticas vitales. Información básica. Año 2012*. Buenos Aires, Ministerio de Salud de la Nación. Disponible en: <http://www.deis.gov.ar/publicaciones/archivos/Serie5N-ro56.pdf>

Dirección de Estadísticas e Información de Salud (2014): *Estadísticas vitales. Información básica. Año 2013*. Buenos Aires, Ministerio de Salud de la Nación. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/Publicaciones/Archivos/Serie5Nro57.pdf>

INE (2008): *Estadísticas sociales. Salud*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30101>

INE (2012): *Resumen de indicadores. Bolivia. Indicadores demográficos*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.gob.bo/indice/indicadores.aspx>

IBGE (2014): *Síntese de indicadores sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira 2013*. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística. Disponible en: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoedevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2013/default.shtm>

IBGE (2015): *Síntese de indicadores sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira 2014*. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística. Disponible en: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoedevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2015/default.shtm>

Dirección General de Información Estratégica de Salud (2012). *Indicadores básicos de salud. Paraguay 2012*. Asunción, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Disponible en: [http://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=406&Itemid=253](http://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=406&Itemid=253)

Dirección General de Información Estratégica de Salud (2013). *Indicadores básicos de salud. Paraguay 2013*. Asunción, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Disponible en: [http://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=452&Itemid=253](http://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=452&Itemid=253)

INE (2015): *Evolución de la tasa de mortalidad infantil y sus componentes*. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.gub.uy/estadisticas-vitales>

El País (2014): *Mortalidad infantil bajo salvo en tres departamentos*. Montevideo. Disponible en: <http://www.elpais.com.uy/informacion/mortalidad-infantil-salvo-tres-departamentos.html>

## Tabla A.7

### Parques nacionales en el territorio de la Cuenca del Plata

Argentina	13	Bolivia	3	Brasil	8	Paraguay	13	Uruguay	1
Parque Nacional Campos del Tuyú		Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco		Parque Nacional da Chapada dos Guimarães		Parque Nacional Cerro Corá		Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay	
Parque Nacional Predelta				Parque Nacional Das Emas		Parque Nacional Ñacunday			
Parque Nacional Islas de Santa Fe		Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Otuquis		Parque Nacional de Brasília		Parque Nacional Ybycuí			
Parque Nacional El Palmar				Parque Nacional de Ilha Grande		Parque Nacional Caazapa			
Parque Nacional Chaco		Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe		Parque Nacional do Pantanal		Parque Nacional Paso Bravo			
Parque Nacional Copo				Parque Nacional Matogrossense		Parque Nacional Serranía de San Luis			
Parque Nacional Mburucuyá				Parque Nacional do Iguazu		Parque Nacional Defensores del Chaco			
Parque Nacional Río Pilcomayo				Parque Nacional das Araucárias					
Parque Nacional Iguazú				Parque Nacional dos Campos Gerais		Parque Nacional Tinfunqué			
Parque Nacional El Rey						Parque Nacional Teniente Agripino Enciso			
Parque Nacional Baritú; Parque Nacional Calilegua						Parque Nacional Médanos del Chaco			
Parque Nacional El Impenetrable						Parque Nacional Río Negro			
						Parque Nacional Lago Ypoá			
						Parque Nacional Chovoreca			



# Glosario

## Actividad

Práctica o conjunto de prácticas que tienen lugar en una zona definida durante un período dado.

## Adaptación

Ajuste en sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes.

## Áreas naturales protegidas

Territorio comprendido dentro de ciertos límites bien definidos, de características naturales o seminaturales, que se somete a un manejo de sus recursos para lograr objetivos establecidos de conservación. Normalmente, el territorio pertenece a una nación o a un organismo del sector público de la nación, pero también puede ser una propiedad privada, manejada de acuerdo con normas fijadas por autoridades nacionales o subnacionales.

## Biodiversidad

Cantidad y abundancia relativa de diferentes familias (diversidad genética), especies y ecosistemas (comunidades) en una zona determinada.

## Bioma

Conjunto de ecosistemas relacionados que muestran similitudes tanto en su apariencia como en su estructura interna por estar influenciados por el mismo clima, suelo y tipo de relieve. Los biomas se caracterizan principalmente por sus plantas y animales dominantes.

## Bosque nativo

Bosque que ha evolucionado y se ha renovado naturalmente a partir de organismos que ya estaban en una determinada región biogeográfica.

## Calentamiento global

Aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha de-

tectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro.

## Cambio climático

Cambio en el estado del clima que puede ser identificado –por ejemplo, con pruebas estadísticas– por los cambios en el promedio del clima o la variabilidad de sus propiedades y que persiste por un período extenso de tiempo, normalmente por décadas o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos o forzantes externas, como las modulaciones del ciclo solar o erupciones volcánicas, o también a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (Informe Especial Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático, IPCC, 2012.)

Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos. Se distingue entre “cambio climático”, atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y “variabilidad climática”, atribuida a causas naturales (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático- CMNUCC) (Ver *Variabilidad climática*).

## Cambio en el uso del suelo

Cambio en el uso o manejo de las tierras por los humanos, que puede llevar a un cambio en la cubierta de dichos suelos.

## Clima

Estado promedio del tiempo durante un período de al menos unos 30 años para una región específica. En un sentido más amplio,

también se puede decir que el clima no solamente se refiere a la atmósfera, sino que es la descripción del sistema climático en su conjunto, que comprende la atmósfera, océano, tierra, criosfera (nieve y hielo) y biosfera. Generalmente se dice que el tiempo es lo que se tiene y el clima es lo que se espera.

### Comunidad

Todas las poblaciones de individuos que habitan e interactúan en un ambiente común.

### Conservación

La protección, mantenimiento, manejo, uso sostenible, restauración y fortalecimiento del ambiente natural.

### Corredor biogeográfico

Componente estructural del ecosistema cuyas características –ancho, conectividad, angostamiento, cortes, nodos, etc. – constituyen una importante función de regulación de los flujos de especies, genes, nutrientes, energía y agua.

**Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)** Adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y rubricada ese mismo año en la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, por más de 150 países más la Comunidad Europea. Su objetivo último es “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”. Contiene cláusulas que comprometen a todas las Partes. En virtud de la Convención, las Partes incluidas en el Anexo I (todos los países de la OCDE y países de economía en transición) se propusieron retornar, para el año 2000, a los niveles de emisión de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal que existían en 1990. La Convención entró en vigor en marzo de 1994. En 1997 la CMNUCC incorporó el Protocolo de Kyoto. En diciembre de 2015 se suscribió el Acuerdo de París.

### Deforestación

Acción de eliminar el bosque de forma permanente para un uso no forestal, con reducción de cobertura de copas de árboles a menos del 10%.

### Degradación

Proceso en el cual un sistema pasa de un determinado grado de organización y composición a otro más simple y de menor número de componentes.

### Degradación de suelos

Todo proceso de pérdida parcial o total de la productividad de la tierra.

### Degradación de tierras

Se entiende la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

### Desertificación

Degradación de los suelos en áreas áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas que son el resultado de varios factores, incluyendo variaciones climatológicas y actividades humanas.

### Diversidad

Término general para designar la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte.

### Ecosistema

Complejo dinámico en donde interactúan como una sola unidad, las comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos y su medio físico.

### Educación ambiental

Proceso permanente de aprendizaje que tiene por destinatario al conjunto de la comunidad con un enfoque global e interdisciplinario sobre la realidad ambiental.

### Efecto invernadero

Efecto radiativo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero y las nubes y, en menor medida, los aerosoles, absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de esos absorbentes, debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión. Una mayor concentración de gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto, y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los gases de efecto invernadero, debida a emisiones antropogénicas contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiativo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiativo en la parte superior de la atmósfera.

### Endémico

En biología, referido a una especie o taxón restringido a una región o localidad específica.

### Escenario

Descripción plausible de un futuro verosímil, basada en un conjunto consistente y coherente de supuestos sobre las fuerzas motrices (por ejemplo el ritmo de la evolución tecnológica y los precios) y sobre las relaciones más importantes. Obsérvese que los escenarios no son ni predicciones ni pronósticos, pero son

útiles ya que ofrecen un panorama de las consecuencias de la evolución de distintas situaciones y medidas.

### Escenario climático

Representación plausible y en ocasiones simplificada del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas internamente coherente, definido explícitamente para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropogénico, y que puede introducirse como datos entrantes en los modelos de impacto. Las proyecciones climáticas suelen utilizarse como punto de partida para definir escenarios climáticos, aunque estos requieren habitualmente información adicional, por ejemplo, sobre el clima actual observado. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.

### Escenario de emisiones

Las emisiones futuras de gases de efecto invernadero son el producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico. Su evolución futura es muy incierta. Los escenarios son imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Los escenarios de emisiones son de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, para la evaluación de los impactos y para las iniciativas de adaptación y de mitigación.

### Especies en peligro

Especie cuya supervivencia es improbable, si los factores causales continúan operando. En esta categoría se encuentran las especies cuyos números han sido reducidos a un nivel crítico o cuyos hábitats han sido dramáticamente reducidos.

### Extinción

La total desaparición de especies enteras.

### Fragmentación

División de una zona, paisaje o hábitat en piezas separadas y definidas, a menudo como consecuencia de un cambio en el uso de las tierras.

### Funciones de los ecosistemas

La capacidad de los ecosistemas de proveer servicios que satisfagan a la sociedad.

### Gas de efecto invernadero

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénico, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, los cuales están contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

### Hábitat

El entorno o sitio particular en donde vive un organismo o especie; una parte del entorno total pero circunscripta más localmente.

### Mitigación

Todas aquellas actividades tendientes a disminuir los efectos como consecuencia de un impacto.

### Modelo climático (en espectro o en jerarquía)

Representación numérica del sistema climático,

basada en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, en sus interacciones y en sus procesos de retroalimentación, y que recoge todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático se puede representar mediante modelos de diverso grado de complejidad; en otras palabras, para cada componente o conjunto de componentes es posible identificar un espectro o jerarquía de modelos que difieren en aspectos tales como el número de dimensiones espaciales, el grado en que aparecen representados explícitamente los procesos físicos, químicos o biológicos, o el grado de utilización de parametrizaciones empíricas. Los modelos de circulación general atmósfera-oceano (MCGAO) acoplados proporcionan la más completa representación del sistema climático actualmente disponible. Se está evolucionando hacia modelos más complejos que incorporan química y biología interactivas. Los modelos climáticos se utilizan como herramienta de investigación para estudiar y simular el clima y para fines operativos, en particular predicciones climáticas mensuales, estacionales e interanuales (IPCC, 2013).

### Ordenamiento territorial

Proceso de programar la distribución y la localización espacial de los componentes de la estructura territorial, como medio de implementar las estrategias de una propuesta de desarrollo regional, con especial énfasis en aspectos económicos, de distribución de la población y de manejo ambiental.

### Población

Un grupo de individuos de la misma especie que tienen lugar en un espacio/tiempo definido de forma arbitraria y que es mucho más probable que se junten entre sí que con individuos de otro grupo.

### Predicción climática

Una predicción climática o pronóstico climático es el resultado de un intento de obtener —a partir de un estado particular del sistema

climático– una estimación de la evolución real del clima en el futuro, por ejemplo, a escalas de tiempo estacional, interanual o decenal. Como la evolución futura del sistema climático puede ser muy sensible a las condiciones iniciales, estas predicciones suelen tener carácter probabilístico.

#### Proyección climática

Respuesta simulada del sistema climático a diversos escenarios de emisiones o de concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, frecuentemente basada en simulaciones mediante modelos climáticos. Las proyecciones climáticas se diferencian de las predicciones climáticas por su dependencia del escenario de emisiones/concentraciones/forzamiento radiativo utilizado, basado en supuestos relativos, por ejemplo, en un devenir socioeconómico y tecnológico que puede o no materializarse (IPCC, 2013).

#### Recursos

Todo elemento biótico o abiótico que se explote, sea este o no mercantil.

#### Servicios ambientales/ecosistémicos

Funciones (procesos) que brindan los bosques, otros ecosistemas naturales y las plantaciones forestales, que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente y calidad de vida.

#### Tiempo

Descripción del estado de la atmósfera en un momento determinado (por ejemplo, al mediodía). Está definido por variables como la temperatura, presión atmosférica, dirección y fuerza del viento, cantidad de nubes, humedad, entre otras. Se podría decir que el tiempo es algo instantáneo, cambiante y de cierto modo irreplicable. No es lo mismo el tiempo al mediodía que a las seis de la tarde.

#### Variabilidad climática

Variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos del clima –como desviaciones típicas, ocurrencia de fenómenos extremos, etc.– en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2007). (Véase también Cambio climático).

#### Zona de convergencia intertropical (ZCIT)

Franja zonal ecuatorial de bajas presiones, fuerte convección e importantes precipitaciones, próxima al Ecuador, en que los vientos alisios del nordeste se encuentran con los del sureste. Esta franja se desplaza estacionalmente.



# Referencias

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe.

IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponible en [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)

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 (PM), 2004. Visión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, Carlos E. M. Tucci, Consultor.

PM, 2016m. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Ecoturismo (en preparación).

PM, 2016b. Hidroclimatología (en preparación).

PM, 2016c. Escenarios Hidroclimáticos de la Cuenca del Plata (en preparación).

PM, 2016d. Calidad de Agua en la Cuenca del Plata (en preparación).

PM, 2016e. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Buenas Prácticas. Cultivos (en preparación).

PM, 2016f. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Tecnologías Limpias (en preparación).

PM, 2016g. Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca del Plata, Inventario de Humedales de la Cuenca del Plata (en preparación).

PM, 2016h. Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata, Degradación de tierras (en preparación).

PM, 2016i. Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata, Buenas prácticas (en preparación).

PM, 2016f. Balance Hídrico de la Cuenca del Plata (en preparación).

PM, 2016g. Agua Subterránea en la Cuenca del Plata (en preparación).

PM, 2016k. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Hidroelectricidad (en preparación).

PM, 2016l. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Navegación (en preparación).

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2014. Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático, Informe Final de la Evaluación de Medio Término, A. Merla, Evaluador.



# Listado de figuras

## Capítulo 1

- Figura 1.1.1 Mapa general de la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.1.1 Mapa de subcuencas
- Figura 1.3.1.2. Rasgos geográficos de las subcuencas
- Figura 1.3.3.1 Esquema geomorfológico de la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.4.1 Suelos de la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.5.1 Principales humedales de la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.7.1 Número de unidades de cultivo de peces implantados en las subcuencas
- Figura 1.3.9.1 Áreas protegidas de la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.10.1 Sedimentos: Origen y camino del limo y zonas de deposición principales
- Figura 1.3.10.2 Mapa tentativo de isoerodentas para la Cuenca del Plata
- Figura 1.3.11.1 Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná
- Figura 1.4.1.2.1 Balance hídrico superficial de la Cuenca del Plata. Sitios característicos
- Figura 1.4.1.2.2 Ríos Paraná, Paraguay e Iguazú. Caudales anuales
- Figura 1.4.1.2.3 Río Paraguay en Puerto Pilcomayo. Caudales anuales
- Figura 1.4.1.2.4 Río Paraná en Corrientes. Caudales anuales
- Figura 1.4.1.2.5 Río Uruguay. Caudales anuales
- Figura 1.4.1.2.6 Río Uruguay en Paso de los Libres. Caudales anuales
- Figura 1.4.1.2.7 Ríos Paraná, Paraguay e Iguazú. Caudales medios mensuales
- Figura 1.4.1.2.8 Río Uruguay. Caudales medios mensuales
- Figura 1.4.1.2.9 Relación entre los caudales medios mensuales simulados correspondientes a tres escenarios futuros y a la situación actual
- Figura 1.4.1.3.1 Acuíferos transfronterizos de la Cuenca del Plata
- Figura 1.4.1.3.2 Mapa hidrogeológico de la Cuenca del Plata
- Figura 1.4.1.3.3 Volúmenes de agua subterránea explotados anualmente
- Figura 1.4.2.5.1 Centrales hidroeléctricas de más de 100 MW de potencia
- Figura 1.4.2.6.1 Hidrovías de la Cuenca del Plata
- Figura 1.5.1.4.1 Radares meteorológicos de la Cuenca del Plata

## Capítulo 2

- Figura 2.1.1.1 Precipitación climatológica en la Cuenca del Plata (1973-2013)
- Figura 2.1.1.2 Modelo conceptual del Jet de Bajo Nivel al este de los Andes
- Figura 2.1.1.3 Caudales medios anuales para los ríos Uruguay y Paraná
- Figura 2.1.1.4 Diagrama de Hovmöller para un área de la parte norte de la Cuenca

- Figura 2.1.1.5** Temperatura media climatológica de la Cuenca del Plata y de sus subcuencas (1961-1990)
- Figura 2.1.2.1.1** Escenarios RCP (*Representative Concentration Pathways*/Trayectorias de concentración representativas)
- Figura 2.1.2.1.2** Proyecciones de la anomalía de precipitación anual media (%) y la anomalía de la temperatura anual media (°C)
- Figura 2.1.2.1.3** Evolución de la anomalía de la precipitación (mm/d) para la Cuenca del Plata según varios modelos
- Figura 2.1.2.1.4** Evolución de la anomalía de la temperatura (°C) para la Cuenca del Plata según varios modelos
- Figura 2.1.3.1** Anomalía de la precipitación total anual
- Figura 2.3.1** Contribuciones nacionales determinadas de los países de la Cuenca del Plata

## Capítulo 4

- Figura 4.2.1.3.1** Cuenca del Plata. Vulnerabilidad frente a inundaciones
- Figura 4.2.1.4.1** Cuenca del Plata. Ocurrencia de inundaciones
- Figura 4.2.1.4.2** Cuenca del Plata. Impacto de inundaciones
- Figura 4.5.7.1** Estrategia de corredores ecológicos en gran escala espacial en la Cuenca del Plata
- Figura 4.7.3.1** Cuenca del Plata. Distribución de la salinidad en las aguas subterráneas
- Figura 4.7.3.2** Densidad de perforaciones para extracción de agua subterránea por subcuencas
- Figura 4.7.3.3** Cuenca del Plata. Vulnerabilidad natural de las aguas subterráneas a la contaminación
- Figura 4.13.1** Problemas característicos de las subcuencas
- Figura 4.13.2** Subcuenca del Alto Paraguay
- Figura 4.13.3** Subcuenca del Bajo Paraguay
- Figura 4.13.4** Subcuenca del Alto Paraná
- Figura 4.13.5** Subcuenca del Bajo Paraná
- Figura 4.13.6** Subcuenca del Alto Uruguay
- Figura 4.13.7** Subcuenca del Bajo Uruguay
- Figura 4.13.8** Subcuenca propia del Río de la Plata

# Listado de tablas

## Capítulo 1

- Tabla 1.1.1 Distribución del área de la Cuenca del Plata por países y por sistemas hídricos
- Tabla 1.2.1.1 Área, población y población urbana por país
- Tabla 1.2.2.1 Producto Bruto Interno por país
- Tabla 1.2.2.2 Población ocupada total, por sector
- Tabla 1.2.3.1 Acceso a fuentes mejoradas de agua potable y saneamiento
- Tabla 1.4.1.1.1 Precipitación media mensual (P), Evapotranspiración potencial media mensual (ETP) y su diferencia
- Tabla 1.4.1.2.1 Resumen de caudales medios anuales (período 1971–2010)
- Tabla 1.4.1.2.2 Valores de caudales específicos (qme) y del Q95 en relación al caudal medio (Qme)
- Tabla 1.4.2.5.1 Principales centrales hidroeléctricas en los tramos nacionales de los ríos de la Cuenca del Plata
- Tabla 1.4.2.5.2 Centrales hidroeléctricas existentes en los tramos transfronterizos de la Cuenca del Plata
- Tabla 1.4.2.5.3 Principales centrales hidroeléctricas proyectadas en los tramos transfronterizos de la Cuenca del Plata
- Tabla 1.4.2.8.1 Emprendimientos de ecoturismo por país
- Tabla 1.4.3.1.1 Demanda de agua en la Cuenca del Plata
- Tabla 1.4.4.1.1 Evaluación general cualitativa de los usos del agua
- Tabla 1.4.4.1.2 Áreas de la Cuenca del Plata con conflictos existentes o potenciales entre disponibilidad y demanda, o con limitaciones por usos consuntivos del agua
- Tabla 1.5.2.2.1 Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS)

## Capítulo 2

- Tabla 2.1.2.1.1 Resultados del modelo climático regional ETA 10 km

## Capítulo 3

- Tabla 3.2.4.1 Organismos Multilaterales en la Cuenca del Plata

## Capítulo 4

- Tabla 4.2.1.4.1 Vulnerabilidad a inundaciones ribereñas en las principales subcuencas
- Tabla 4.2.1.4.2 Número de poblaciones por subcuenca con probabilidad de presentar problemas frente a inundaciones ribereñas
- Tabla 4.2.1.4.3 Número de ciudades con vulnerabilidad alta y media a las inundaciones
- Tabla 4.11.3.1 Hidrovía Paraguay-Paraná

## Anexo I

<b>Tabla A.1</b>	Población de los estados / provincias / departamentos que forman parte de la Cuenca del Plata
<b>Tabla A.2</b>	Participación de los sectores en % del PBI
<b>Tabla A.3</b>	Índice de Desarrollo Humano (IDH) por países y por estados, provincias o departamentos en la Cuenca del Plata
<b>Tabla A.4</b>	Porcentaje de analfabetismo por países y por estados, provincias o departamentos
<b>Tabla A.5</b>	Tasa de esperanza de vida al nacer por países y por estados, provincias o departamentos
<b>Tabla A.6</b>	Tasas de mortalidad infantil por países y por estados, provincias o departamentos
<b>Tabla A.7</b>	Parques nacionales en el territorio de la Cuenca del Plata





# Listado de siglas y acrónimos

<b>ADT</b>	Análisis Diagnóstico Transfronterizo
<b>ANA</b>	<i>Agência Nacional de Águas</i> / Agencia Nacional de Aguas de Brasil
<b>ANAC</b>	Administración Nacional de Aviación Civil de Argentina
<b>ANDE</b>	Administración Nacional de Electricidad de Paraguay
<b>ANEEL</b>	<i>Agência Nacional de Energia Elétrica</i> / Agencia Nacional de Energía Eléctrica de Brasil
<b>ANNP</b>	Administración Nacional de Navegación y Puertos de Paraguay
<b>AOGCM</b>	<i>Atmosphere-Ocean Global Climate Model</i> / Modelos Globales Acoplados Océano-Atmósfera
<b>BHI</b>	Balance Hídrico Integrado
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CAB</b>	<i>Cultivando Agua Boa</i> / Cultivando Agua Buena
<b>CARP</b>	Comisión Administradora para el Río de la Plata
<b>CARU</b>	Comisión Administradora del Río Uruguay
<b>CC</b>	Cambio Climático
<b>CDB</b>	Convenio sobre Diversidad Biológica
<b>CdP</b>	Cuenca del Plata
<b>CEDLAS</b>	Base de Datos Socio-Económica para Latinoamérica y el Caribe
<b>CEMADEN</b>	<i>Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais</i> / Centro Nacional de Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales de Brasil
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CIC</b>	Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata
<b>CIH</b>	Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná
<b>CIMA</b>	Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, de Argentina
<b>CMA</b>	Concentración Media Anual
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CNRH</b>	<i>Conselho Nacional de Recursos Hídricos</i> / Consejo Nacional de Recursos Hídricos de Brasil
<b>COBINABE</b>	Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija (Argentina-Bolivia)
<b>COFEMA</b>	Consejo Federal de Medio Ambiente, de Argentina
<b>COHIFE</b>	Consejo Hídrico Federal, de Argentina
<b>COMIP</b>	Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná
<b>CONAMA</b>	<i>Conselho Nacional do Meio Ambiente</i> / Consejo Nacional de Medio Ambiente de Brasil
<b>CONAMA</b>	Consejo Nacional de Medio Ambiente de Uruguay
<b>CONICET</b>	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina

<b>COP</b>	Conferencia de las Partes
<b>CPC</b>	<i>Climate Prediction Center</i> / Centro de Predicción del Clima de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de Estados Unidos
<b>CPRM</b>	<i>Serviço Geológico do Brasil</i> / Servicio Geológico de Brasil
<b>CPTEC</b>	<i>Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos</i> / Centro de Predicción del Tiempo y Estudios Climáticos de Brasil
<b>CRA</b>	Comisión Mixta Brasileño-Paraguaya para el Desarrollo Sustentable y la Gestión Integrada de la Cuenca del Río Apa
<b>CRC</b>	Comisión Mixta Brasileño-Uruguaya para el Desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim-Quaraí
<b>CRC-SAS</b>	Centro Regional de Clima para el Sur de América del Sur
<b>CRU</b>	<i>Climatic Research Unit</i> / Unidad de Investigación del Clima, Universidad de East Anglia, Reino Unido
<b>CTM</b>	Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (Argentina-Uruguay)
<b>CTMFM</b>	Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Argentina-Uruguay)
<b>DAAE</b>	<i>Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo</i> / Departamento de Aguas y Energía Eléctrica del Estado de São Paulo
<b>DACC</b>	Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza, Argentina
<b>DECEA</b>	<i>Departamento de Contro le do Espaço Aéreo</i> / Departamento de Control del Espacio Aéreo de Brasil
<b>DGEEC</b>	Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos de Paraguay
<b>DGRNR</b>	Dirección General de Recursos Naturales Renovables de Uruguay
<b>DIGESA</b>	Dirección General de Salud Ambiental de Paraguay
<b>DINAC</b>	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil de Paraguay
<b>DINAGUA</b>	Dirección Nacional de Aguas de Uruguay
<b>DINAMA</b>	Dirección Nacional de Medio Ambiente de Uruguay
<b>DINAP</b>	Dirección de Agua Potable y Saneamiento de Paraguay
<b>DINARA</b>	Dirección Nacional de Recursos Acuáticos de Uruguay
<b>DMH</b>	Dirección de Meteorología e Hidrología de Paraguay
<b>DNVN</b>	Dirección Nacional de Vías Navegables de Argentina
<b>EBY</b>	Entidad Binacional Yacyretá (Argentina-Paraguay)
<b>EEl</b>	Especies exóticas invasoras
<b>EIA</b>	Evaluación de Impacto Ambiental
<b>EMBRAPA</b>	<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</i> / Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
<b>ENOS</b>	El Niño-Oscilación del Sur
<b>ERSSAN</b>	Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento de Paraguay
<b>ETP</b>	Evapotranspiración Potencial
<b>FAO</b>	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

<b>FMAM</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>FONPLATA</b>	Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata
<b>FORADE</b>	Fondo de Fideicomiso para la reducción de riesgos y atención de desastres de Bolivia
<b>FPP</b>	Fondo para la Participación Pública
<b>FREPLATA</b>	Proyecto de Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo (Argentina-Uruguay)
<b>GCM</b>	<i>General Circulation Model</i> / Modelo General de Circulación
<b>GEF</b>	<i>Global Environment Facility</i> / Fondo para el Medio Ambiente Mundial - FMAM (se cita en el documento por su sigla en español)
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GIRH</b>	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
<b>IB</b>	Itaipú Binacional (Brasil-Paraguay)
<b>IBA</b>	<i>Important Bird and Biodiversity Area</i> / Área Importante para la Conservación de las Aves
<b>IBAMA</b>	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</i> / Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables
<b>IBGE</b>	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i> / Instituto Brasileño de Geografía y Estadística de Brasil
<b>IDH</b>	Índice de Desarrollo Humano
<b>IGAM</b>	<i>Instituto Mineiro de Gestão das Águas</i> / Instituto Mineiro de Gestión de Aguas del Estado de Minas Gerais, Brasil
<b>INA</b>	Instituto Nacional del Agua de Argentina
<b>INDC</b>	<i>Intended Nationally Determined Contributions</i> / Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
<b>INDEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Bolivia
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Uruguay
<b>INIA</b>	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay
<b>INMET</b>	<i>Instituto Nacional de Meteorologia</i> / Instituto Nacional de Meteorología de Brasil
<b>INPE</b>	<i>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais</i> / Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil
<b>INTA</b>	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina
<b>INUMET</b>	Instituto Uruguayo de Meteorología
<b>IPCC</b>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> / Panel Intergubernamental de Cambio Climático
<b>IPTA</b>	Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria
<b>JAXA</b>	<i>Japan Aerospace Exploration Agency</i> / Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial
<b>LDN</b>	<i>Land Degradation Neutrality</i> / Neutralidad de la Degradación de la Tierra

<b>MAB</b>	<i>Man and the Biosphere Programme</i> / Programa El Hombre y la Biósfera – Reservas de la Biósfera de Unesco
<b>MAyDS</b>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina
<b>MCTI</b>	<i>Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil</i> / Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil
<b>MDRT</b>	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras de Bolivia
<b>Mercosur</b>	Mercado Común del Sur
<b>MMA</b>	<i>Ministério do Meio Ambiente do Brasil</i> / Ministerio de Medio Ambiente de Brasil
<b>MMaYA</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia
<b>MMSC</b>	Marco Mundial para los Servicios Climáticos
<b>MPA</b>	<i>Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil</i> / Ministerio de Pesca y Acuicultura de Brasil
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Uruguay
<b>MOVOTMA</b>	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente de Uruguay
<b>NASA</b>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> / Administración Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos
<b>NOAA</b>	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> / Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera de Estados Unidos
<b>OEA</b>	Organización de los Estados Americanos
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>OMT</b>	Organización Mundial de Turismo
<b>ONDyD</b>	Observatorio Nacional de Degradación de Tierras y Desertificación de Argentina
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>ORSEP</b>	Organismo Regulador de Seguridad de Presas de Argentina
<b>OSE</b>	Administración de las Obras Sanitarias del Estado de Uruguay
<b>PACU</b>	Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura de Bolivia
<b>PADE</b>	Plan de Acción Durante Emergencias
<b>PAE</b>	Programa de Acciones Estratégicas
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno
<b>PM</b>	Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático
<b>PMAE</b>	Programa Marco de Acciones Estratégicas para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata
<b>PNAS</b>	<i>Programa Nacional de Águas Subterrâneas</i> / Programa Nacional de Aguas Subterráneas de Brasil
<b>PNDR</b>	Plan Nacional de Riego para Vivir Bien de Bolivia
<b>PNFAS</b>	Plan Nacional Federal de Aguas Subterráneas de Argentina
<b>PNFRH</b>	Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos de Argentina
<b>PNPDEC</b>	<i>Política Nacional de Proteção e Defesa Civil</i> / Política Nacional de Protección y Defensa Civil de Brasil

<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PPD</b>	Proyectos Piloto Demostrativos
<b>RCM</b>	<i>Regional Climatic Models / Modelos Climáticos Regionales</i>
<b>RCP</b>	<i>Representative Concentration Pathways /</i> Trayectorias de Concentración Representativas
<b>RM</b>	Radares meteorológicos
<b>RMA</b>	Radares Meteorológicos Argentinos
<b>SAG</b>	Sistema Acuífero Guaraní
<b>SALLJ</b>	<i>South American Low-Level Jet / Jet de Bajo Nivel de Sudamérica</i>
<b>SAT</b>	Sistema de Alerta Temprana de Inundación, Durazno, Uruguay
<b>SAYTT</b>	Sistema Acuífero Yrendá Toba Tarijeño
<b>SCM</b>	Sistemas Convectivos de Mesoescala
<b>SEAM</b>	Secretaría del Ambiente de Paraguay
<b>SEGEMAR</b>	Servicio Geológico Minero Argentino
<b>SEN</b>	Secretaría de Emergencia Nacional de Paraguay
<b>SENAMHI</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia
<b>SENARI</b>	Servicio Nacional de Riego de Bolivia
<b>SENASA</b>	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental de Paraguay
<b>SERGEOMIN</b>	Servicio Nacional Geológico de Minas de Bolivia
<b>SHN</b>	Servicio de Hidrografía Naval de Argentina
<b>SIMEPAR</b>	<i>Sistema Meteorológico do Paraná /</i> Sistema Meteorológico del Estado de Paraná, Brasil
<b>SINARAME</b>	Sistema Nacional de Radares Meteorológicos de Argentina
<b>SlyAH</b>	Sistema de Información y Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata, Instituto Nacional del Agua, Argentina
<b>SMHN</b>	Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional de Bolivia
<b>SMN</b>	Servicio Meteorológico Nacional de Argentina
<b>SMP</b>	Selva Misionera Paranaense
<b>SNHN</b>	Servicio Nacional de Hidrografía Naval de Bolivia
<b>SNIRH</b>	<i>Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos /</i> Sistema Nacional de Informaciones sobre los Recursos Hídricos de Brasil
<b>SPA</b>	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Argentina
<b>SPEI</b>	<i>Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index /</i> Índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración
<b>SRHU</b>	<i>Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano /</i> Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano de Brasil
<b>SSRH</b>	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación de Argentina
<b>SSTD</b>	Sistema Soporte para la Toma de Decisiones
<b>TCP</b>	Tratado de la Cuenca del Plata

<b>TCT</b>	Tema Crítico Transfronterizo
<b>TRMM</b>	<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i> / Misión de Medición de Lluvias tropicales
<b>UBA</b>	Universidad de Buenos Aires, Argentina
<b>UCP</b>	Unidad de Coordinación de Proyecto
<b>UFAL</b>	<i>Universidade Federal de Alagoas</i> / Universidad Federal de Alagoas, Brasil
<b>UNC</b>	Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
<b>UNEP</b>	<i>United Nations Environment Programme</i> / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (se cita en el texto por su sigla en español)
<b>Unesco</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>UNESP</b>	<i>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”</i> / Universidad Estatal Paulista “Julio de Mesquita Filho”
<b>UTE</b>	Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas de Uruguay
<b>WIGOS</b>	<i>WMO Integrated Global Observing System</i> / Sistema Integrado de Observación Global de la Organización Meteorológica Mundial
<b>WMO</b>	<i>World Meteorological Organization</i> / Organización Meteorológica Mundial - OMM (se cita en el texto por su sigla en español)
<b>ZCAS</b>	Zona de Convergencia del Atlántico Sur
<b>ZCIT</b>	Zona de convergencia intertropical





# Crédito de fotografías

Pág. 37	Cataratas del Iguazú	S. Mogliati
Pág. 40	Ciudad de San Pablo y Buenos Aires	
Pág. 42	Ganadería	S. Mogliati
Pág. 43	Redes de agua	Aguas de Formosa
Pág. 47	Pantanal	Ecotrópica
Pág. 50	Arenisca	Ana Clerici
Pág. 53	Iberá	S. Mogliati
Pág. 56	Peces en Itaipú	S. Mogliati
Pág. 66	Río Uruguay	S. Mogliati
Pág. 78	Perforación	Proyecto Guaraní
Pág. 80	Instalación de redes	Aguas de Formosa
Pág. 83	Cosecha de arroz	Filipe Behrends Kraemer
Pág. 85	Parques industriales	
Pág. 86	Minería en Bolivia	
Pág. 87	Itaipú	P. Nardone
Pág. 89	Esclusas de Yacyretá	Entidad Binacional Yacyretá
Pág. 91	Misiones jesuíticas	S. Mogliati
Pág. 93	Encuentro de dirección	PM-CIC
Pág. 94	Planta de agua	PM-CIC
Pág. 101	Inundaciones Paraguay	Ecotrópica
Pág. 106	Inundaciones en Bolivia	
Pág. 113	Reunión CIC	PM-CIC
Pág. 131	Encuentro PAE	PM-CIC
Pág. 135	Inundaciones en Santa Fe	Diario El Litoral
Pág. 139	Cumbre de París	ONU
Pág. 144	Reunión ADT	PM-CIC
Pág. 156	Acuerdo del SAG	Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile
Pág. 166	Jaburu Tuiuiu	Ecotrópica
Pág. 168	El Palmar	Secretaría de Turismo, Argentina
Pág. 170	Puerto de Montevideo	Administración Nacional de Puertos de Uruguay
Pág. 178	Radar	Sinarame
Pág. 181	Sequía	
Pág. 189	Contaminación	Salvador Batalla, concurso FREPLATA
Pág. 193	Río Iruya	Silvia Rafaelli
Pág. 197	Río de la Plata	
Pág. 198	Cultivo de té	S. Mogliati
Pág. 202	Saltos del Moconá	S. Mogliati
Pág. 210	Pesca artesanal	Julieta Peteán
Pág. 220	Cultivo de arroz	
Pág. 133	Esclusa de Yacyretá	P. Nardone
Pág. 238	Canal de Piracema	Itaipú Binacional



# Referencias Institucionales

## Representantes de los países en el Consejo Director del Programa Marco

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
<b>Argentina</b>		
<b>Titulares</b>		
Embajador Natalio Marcelo Jamer (2016)	Pablo Bereciartua (2016)	Oswaldo Fernandez (2016)
Embajadora Mónica Rosa Troadello (2011-2015)	Edgardo Bortolozzi (2012-2015)	Roberto Adaro (2015, 2013 y 2012)
	Fabián López (2011)	Julio Nasser (2014)
		Miguel Gomez (2011)
<b>Alternos</b>		
Ministro Eugenio Garcia Santos (2012-2016)	Marcelo Gaviño Novillo (2016)	Miguel Gomez (2014)
	Andrés Rodríguez (2011-2015)	
<b>Bolivia</b>		
<b>Titulares</b>		
Embajador Juan Carlos Alurralde (2013-2016)	Carlos Ortuño (2014-2016)	Oscar Cespedes Montaña (2014-2016)
Embajador Pablo Guzman Lougier (2011-2013)	Luis Marka Saravia (2012-2013)	
<b>Alternos</b>		
Juan Carlos Seguro Tapia (2014-2016)	Oscar Céspedes (2014-2016)	
Mayra Montero Castillo (2011-2016)		
Clarems Endara Vera (2011)		
<b>Brasil</b>		
<b>Titulares</b>		
Embajadora Eugenia Barthelmess (2015-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	
Embajador João Luiz Pereira Pinto (2011-2013)		

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
------------------------	-----------------------	-------------------------------

**Brasil****Alternos**

Ministra Consejera  
Gisela Padovan (2013-2016)

Primer Secretario  
Rodrigo de Macedo Pinto (2016)

Segundo Secretario  
Joaquim Araújo (2016)

Secretario Filipe Lopes  
(2014-2015)

Secretario Felipe Antunes  
(2014-2015)

Ministro  
Philip Fox-Drummond Gough (2013)

Segunda Secretaria Patricia Soares  
(2011)

**Paraguay****Titulares**

Embajador Didier Olmedo (2014-2016)	David Fariña (2014-2016)
Embajador Luis Fernando Avalos (2012-2014)	Sofía Vera (2013-2014)
Embajador Gabriel Enciso Lopez (2011)	Daniel González (2013)
	Silvia Spinzi (2012)
	Daniel Garcia (2011-2012)

**Alternos**

Primer Secretario Blas Felip (2013-2016)	Rafael Gonzalez (2011)
Ministro Miguel Lopez Arzamendia (2012)	
Consejero Alfredo Nuñez (2011-2012)	
Primera Secretaria Eliana Abigail Vergara (2011-2013)	

**Uruguay****Titulares**

Martín Vidal (2016)	Daniel Greif (2015-2016)	Alejandro Nario (2015-2016)
Ministro Juan Remedi (2011-2015)	Daniel Gonzalez (2012-2013)	Jorge Rucks (2011-2015)
	José Luis Genta (2011)	

**Alternos**

Javier Vidal (2016)	Silvana Alcoz (2015-2016)
------------------------	------------------------------

## Unidades Nacionales del Programa Marco

### Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
<b>Titulares</b>				
Miguel A. Giraut (2011-2016)	Mayra Montero Castillo (2011-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-1016)	David Fariña (2014-2016) Sofia Vera (2013-2014) Daniel Gonzalez (2013) Silvia Spinzi (2012) Daniel Garcia (2011-2012)	Silvana Alcoz (2011-2016)

### Asistentes de Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Susana Minatti (2011-2016)		Aureliano Cesar (2011-2016)	Julieta Gauto (2011-2016)	Ana Laura Martino (2011-2016)

## Unidades Nacionales del Programa Marco

### Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina*	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
<b>Marco Legal e Institucional</b>				
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (Mónica Troadello, Natalio Marcelo Jamer)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Alurralde, Pablo Guzmán Lougier, Mayra Montero Castillo)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Eugenia Barthelmess, Joa Luíz Pereira Pinto); Ministerio do Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Julio Thadeu Silva Kettelhut)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Didier Olmedo, Luis Fernando Avalos, Blas Felip)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Antonio Remedi)
<b>Sistema Soporte para la Toma de Decisiones</b>				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Federico Scuka, Carla Lupano)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Lizet Sullcata)	Agencia Nacional de Aguas (Sergio Barbosa)	Secretaría del Ambiente (Julián Cáceres); Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Federico Ferreira, Nestor Cabral)	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Virginia Fernández); Instituto Uruguayo Meteorología (INUMET) (Víctor Marabotto); Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG) (Ignacio Corrales)
<b>Participación Pública, Comunicación y Educación</b>				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Silvia Freiler, Daniela García)	Ministerio de Relaciones Exteriores (María del Sagrario Urgel Aguilar, Consuelo Ponce) Ministerio de Educación	Ministerio de Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Franklin de Paula Júnior)	Universidad Nacional de Pilar (Ernila Vera); Secretaría de la Información y Comunicación (César Palacios); Secretaría del Ambiente (María Coronel)	MVOTMA (Luján Jara); Ana Laura Martino; Ministerio de Educación y Cultura (Laura Barcia); Secretaría de Comunicación Presidencia (Carolina Echavarría)
<b>Balance Hídrico Integrado</b>				
Instituto Nacional del Agua/Centro Regional Litoral (Carlos Paoli)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Luis Noriega)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (André Silveira, Walter Collischonn)	Secretaría del Ambiente (Andrés Wehrle); Universidad Nacional de Asunción (Juan Pablo Nogués); Itaipú Binacional (Pedro Domaniczky)	Universidad de la República (UDELAR) (Luis Silveira, Christian Chreties, Magdalena Crisci, Jimena Alonso); UDELAR-Regional Norte (Pablo Gamazo); CTM-SG (Nicolás Failache); MVOTMA (Rodolfo Chao)

\*Consejo Hídrico Federal Argentina (2011- 2016).

Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (Oscar Duarte). Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (Mario Rujana).

**Grupos Temáticos del Programa Marco**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
<b>Cantidad y Calidad de Agua</b>				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Marina Jakomin)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Geovana Rocabado)	Agencia Nacional de Aguas (Maurrem Ramon Vieira)	Universidad Nacional de Asunción (Inocencia Peralta); Secretaria del Ambiente (Sofía Vera, Aida Olavarrieta)	MVOTMA (Luis Reolón)
<b>Aguas Subterráneas</b>				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Jorge Santa Cruz, Lida Borello)	Servicio Geológico Minero (Jorge Bellot)	Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (Gerôncio Rocha); Servicio Geológico de Brasil (João Alberto Diniz, Fernando Feitosa, Roberto Kircheim)	Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Andrés Wehrle); Secretaria del Ambiente (Daniel García Segredo)	MVOTMA (Lourdes Batista, Ximena Lacués); CEREGAS (Alberto Manganelli) Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) (Enrique Massa, Javier Techera); Obras Sanitarias del Estado (OSE) (Pablo Decoud, Andrés Pérez)
<b>Ecosistemas Acuáticos y Asociados</b>				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij); Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi)	Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Sharbel Gutierrez)	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira, Danilo Naliato)	Secretaría del Ambiente (Mirta Medina, Nora Neris, Reinilda Duré)	MVOTMA (Guillermo Scarlato); Ana Laura Martino; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Alfredo Pereira); UDELAR (Alejandro Brazeiro)
<b>Degradación de la Tierra</b>				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (José Cuevas; Pablo Viegas Aurelio)	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Celso Vainer Manzatto)	Secretaría del Ambiente (David Fariña, José Silvero)	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca MGAP (Carlos Clerici); Facultad de Agronomía de la Universidad de la República - UDELAR (Mario Pérez Bidegain, Fernando García Prechac)
<b>Oportunidades para el Desarrollo</b>				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Martín Reymúndez)	Ministerio de Relaciones Exteriores	Ministerio de Transportes (Luiz Eduardo García)	Secretaría Nacional de Turismo (Antonio Van Humbeeck)	Ministerio de Turismo (Marcelo Canteiro)

## Unidades Nacionales del Programa Marco

### Grupos Temáticos del Programa Marco (continuación)

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
<b>PPD Biodiversidad</b>				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi); Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira); Itaipú Binacional (Carla Canzi)	Secretaría del Ambiente (Darío Mandelburger)	
<b>PPD Confluencia</b>				
Administración Provincial del Agua del Chaco (Patricia Parini)		Itaipú Binacional (Jair Kotz, Carla Canzi)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro)	
<b>PPD Cuareim</b>				
		Comité de las Aguas Estadales de la cuenca del río Quaraí (Ivo Lima Wagner); Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul; Departamento de Recursos Hídricos (Fernando Meirelles)		Referente Local (Laura Marcelino); Comisión Cuenca Río Cuareim; MVOTMA (Silvana Alcoz); Ana Laura Martino
<b>PPD Pilcomayo</b>				
Unidad Provincial Coordinadora del Agua de Formosa (Horacio Zambón); Secretaría de Recursos Hídricos de Salta (Alfredo Fuertes)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Seguro, Mayra Montero Castillo); Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Oscar Cespedes)		Secretaría del Ambiente (Rosa Morel, Daniel García)	
<b>Escenarios Hidroclimáticos</b>				
Instituto Nacional del Agua (Dora Goniadzki)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Gilvan Sampaio de Oliveira)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez); Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (Benjamín Grassi)	UDELAR (Rafael Terra, Gabriel Cazes, Marcelo Barrierio); INUMET (Mario Bidegain)

**Grupos Temáticos del Programa Marco**

<b>Argentina</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Brasil</b>	<b>Paraguay</b>	<b>Uruguay</b>
<b>Monitoreo y Alerta</b>				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Agencia Nacional de Aguas (Valdemar S. Guimarães, Augusto Bragança)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro); Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar)	UDELAR (Luis Silveira, Jimena Alonso); MVOTMA (Luis Reolón, Gabriel Yorda, Javier Martínez, Juan Carlos Giacri, Adriana Piperno) CECOED Artigas (Juan José Eguillor)
<b>Radars</b>				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Juan Carlos Bertoni, Carlos Lacunza)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (Carlos Frederico de Angelis)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez)	UDELAR (Gabriel Cazes); INUMET (Daniel Bonora, Néstor Santayana); CTM-SG (Juan Badagian)
<b>Modelos de Grandes Cuencas</b>				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (Walter Collischonn)	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar, Pedro Takahashi)	UDELAR (Christian Chreties)



**FONDO PARA EL MEDIO  
AMBIENTE MUNDIAL - FMAM**  
GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY - GEF

El FMAM promueve la cooperación internacional y fomenta medidas encaminadas a proteger el medio ambiente de nuestro planeta. Desde su creación, se ha convertido en un agente catalizador y fuente de financiamiento para considerar en forma integrada problemas ambientales mundiales en el proceso de desarrollo, lo que resulta decisivo para conseguir un equilibrio sostenible entre el hombre y la naturaleza. Aportó los fondos no reembolsables con los que se financió el Programa Marco.



**PROGRAMA DE NACIONES  
UNIDAS PARA EL MEDIO  
AMBIENTE**  
UNITED NATIONS ENVIRONMENT  
PROGRAMME - UN ENVIRONMENT

El Programa dirige y alienta la participación en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y dando a las naciones y a los pueblos los medios para mejorar su capacidad de vida sin poner en peligro a las futuras generaciones. En la estructura organizativa del Programa Marco ha sido la agencia de implementación del GEF, habiendo sido su objetivo asegurar que el mismo se ejecutara para el beneficio del medio ambiente global. Miembro del Consejo Director del Proyecto.



**ORGANIZACIÓN DE LOS  
ESTADOS AMERICANOS - OEA**  
ORGANIZATION OF  
AMERICAN STATES - OAS

La OEA ha mantenido una histórica relación de cooperación técnica con la Cuenca del Plata y con el CIC en temas relativos al desarrollo sostenible, a los recursos naturales y a la gestión de los recursos hídricos. Para la preparación del Programa Marco de la Cuenca del Plata fue la organización regional seleccionada, tanto por el PNUMA como por el CIC, como agencia ejecutora, responsable técnica y administrativa de los fondos FMAM. Miembro del Consejo Director del Proyecto.

## Programa Marco

### FMAM - GEF

Christian Severin  
Especialista Principal en Medio Ambiente

### UN ENVIRONMENT

Isabelle Van Der Beck  
Gerente de Programa

### OEA - OAS

Cletus Springer  
Director del Departamento  
de Desarrollo Sostenible (DDS)

Maximiliano Campos  
Jefe Sección II, Gestión Integrada  
de Recursos Hídricos

Enrique Bello  
Jefe Unidad Técnica Administrativa  
SG/OEA Argentina

### DIRECTOR DE PROYECTO

Miguel Ángel López Arzamendia (2010–2011)  
José Luis Genta (2011–2015)  
Alejandro Peyrou (2015–2016)

### COORDINADORA TÉCNICA INTERNACIONAL

Silvia Rafaelli (2011–2016)

### COORDINADORA TÉCNICA ADJUNTA

Elena Benitez Alonso (2011–2013)  
Ana Maria Castillo Clerici (2013–2016)

### ASISTENTES TÉCNICOS

Ignacio Masson (2011–2014)  
Julia Lacal Bereslawski (2011–2016)  
Eduardo Roude (2011–2016)  
Valeria Rodríguez Brondo (2011–2014)  
Fabián Riveros (2011–2012)  
Romina Morbelli (2013–2016)  
Marta Ayala (2014–2016)  
Martín Ribeiros (2014)  
Roberto Montes (2015)

### SECRETARIAS

Aliene Zardo Ferreira (2011)  
Danielle Carvalho (2011–2012)  
Lourdes Martins (2012–2015)  
María Paula Giorgieri (2015–2016)



# Publicaciones del Programa Marco

## Documentos principales

*Versiones en español, portugués e inglés*



**Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata ADT**



**Programa de Acciones Estratégicas de la Cuenca del Plata PAE**



**Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y Programa de Acciones Estratégicas (PAE) Síntesis ejecutiva**



**Programa Marco de la Cuenca del Plata**  
Proceso de ejecución y principales resultados

## Documentos temáticos



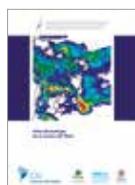
**Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata**



**Marco institucional y legal para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca del Plata**



**Participación pública, comunicación y educación**  
Proyectos del Fondo de Participación Pública  
Réplica del Programa Cultivando Agua Buena



**Hidroclimatología de la Cuenca del Plata**



**Balance hídrico en la Cuenca del Plata**  
Disponibilidad y usos, considerando escenarios futuros  
Modelos de gestión



**Calidad del agua  
en la Cuenca del Plata**



**Aguas subterráneas  
en la Cuenca del Plata**



**Ecosistemas acuáticos  
en la Cuenca del Plata**



**Inventario de Regiones  
de Humedales de  
la Cuenca del Plata**



**Degradación de tierras  
en la Cuenca del Plata**



**Selva Misionera  
Paranaense**



**Hidroelectricidad  
y navegación en  
la Cuenca del Plata**



**Tecnologías limpias  
y ecoturismo  
en la Cuenca del Plata**



**Buenas prácticas  
en el uso del suelo  
en la Cuenca del Plata**



**Boas práticas  
para o cultivo do arroz  
na Bacia do Prata**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Conservación de la biodiversidad  
íctica en una zona regulada  
del río Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Resolución de conflictos por  
el uso del agua en la cuenca  
del río Cuareim/Quaraí**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Sistema de alerta hidroambiental  
en la confluencia de los ríos  
Paraguay y Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Control de contaminación  
y erosión en el río Pilcomayo**







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 sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima*

ISBN 978-987-46456-8-5



9 789874 645685

