



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



Degradación de tierras en la Cuenca del Plata

Degradación de tierras en la Cuenca del Plata

Diciembre de 2016



Degradación de tierras en la Cuenca del Plata

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

Degradación de tierras en la Cuenca del Plata. - 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 978-987-4187-13-0

1. Degradación de Suelos.

CDD 551.41

Índice

11	Prefacio
15	Resumen Ejecutivo
19	<i>Resumo Ejecutivo</i>
23	<i>Executive Summary</i>
27	Capítulo 1: Introducción
28	1.1 Alcances del documento
28	1.2 Objetivos
33	Capítulo 2: La degradación de tierras en América Latina y el Caribe
37	Capítulo 3: La degradación de tierras en la Cuenca del Plata
37	3.1 El Programa Marco y la degradación de tierras en CdP
38	3.2 Usos de suelo en la Cuenca del Plata
40	3.3 Degradación de tierras en la Cuenca del Plata
41	3.3.1 Principales causas de degradación
41	3.3.1.1 Cambios en el uso del suelo
42	3.3.1.2 Limitaciones de los suelos
43	3.3.2 Principal proceso generado por la degradación de tierras: producción de sedimentos
43	3.3.1.3 La producción de sedimentos por erosión encauzada
44	3.3.1.4 La producción de sedimentos por erosión no encauzada
45	3.3.3 Principales consecuencias de la degradación de tierras: transporte y deposición de sedimentos
47	3.3.4 Identificación de áreas críticas y degradación de suelos
51	Capítulo 4: Degradación de tierras y estudios de caso en CdP
51	4.1 Introducción
51	4.2 La Selva Misionera Paranaense
54	4.3 El Río Bermejo
58	4.4 El Río Pilcomayo
61	4.5 El Gran Chaco

65	Capítulo 5: Importancia del cambio climático en la degradación de tierras
65	5.1 Análisis de la situación actual
66	5.2 Pronóstico futuro para la Cuenca del Plata
75	Capítulo 6: Propuestas de Acciones Estratégicas
75	6.1 Contexto
76	6.2 Acciones Estratégicas
76	6.2.1 Acción estratégica III.2.1 “Recuperación de suelos y control de la erosión”
77	6.2.2 Acción estratégica III.2.2 “Conservación y manejo sostenible de suelo a nivel local”
81	Capítulo 7: Conclusiones
85	Glosario
89	Referencias
93	Listado de figuras
95	Listado de tablas
97	Listado de siglas y acrónimos
101	Referencias Institucionales

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 participantes 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 delinearon 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 Pro-

grama 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.

Resumen Ejecutivo

En la CdP el principal factor de degradación de la tierra es el cambio de uso de suelo, producido principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre la cobertura natural.

A nivel de macrocuenca y a niveles nacionales, la degradación de la tierra tiene origen en las distintas actividades económicas y en la insuficiente planificación que hacen los gobiernos locales, subnacionales y nacionales en lo que compete a uso de suelos y las tecnologías asociadas. Estos efectos de la degradación se ven intensificados por la aparición de nuevos escenarios hidrológicos por efecto de la variabilidad y cambio climático.

Se estima que el cambio climático global posee gran influencia en el aumento de las precipitaciones en la región de la CdP lo que, junto con el impacto de las actividades antrópicas (como la deforestación), conlleva a variaciones de caudales, escorrentías y degradación de los suelos, que frecuentemente se manifestarán en variaciones en las tasas de producción y transporte de sedimentos de las cuencas de importantes ríos.

El concepto de degradación de tierras, abarca más que los suelos, incluyendo éstos y el

resto de los elementos del paisaje con influencia en la hidrología y en los ecosistemas y ecorregiones asociadas. Sin embargo, los suelos juegan un rol preponderante, ya que constituyen la interfase de contacto con la atmósfera y el hábitat de la vegetación, siendo correcto centrar la atención en la degradación de los suelos.

Para abordar el estudio de esta problemática, el Programa Marco ha desarrollado un conjunto de estudios específicos de Degradación de la Tierra, tanto a nivel de CdP como a escala de los países que la componen. Se destacan el Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT); Mapas de tipos de suelo, uso actual y cobertura de la tierra; un Informe Integrado de Degradación de Suelos; un Informe sobre Diagnóstico y Escenarios; un Diagnóstico sobre Degradación de Tierras en Argentina y un Mapa estimativo de producción de sedimentos (erodabilidad) del suelo que han proporcionado elementos para el análisis presentado en este documento.

Como principales causas de degradación se identifican los cambios en su uso y las propias limitantes edáficas. En referencia al primero, durante las últimas décadas gran-

des sectores de la CdP han experimentado el aumento de la presión humana sobre los ambientes naturales con los consecuentes cambios de uso de los suelos, provocando su degradación y la pérdida de sus funciones, en muchos casos, intensificados por las consecuencias de la variabilidad y el cambio climático. El acelerado crecimiento poblacional y las dinámicas de “desarrollo” ejercen enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Esto conlleva la intensificación de cultivos en áreas agrícolas y también zonas marginales o no adecuadas, estimula el sobrepastoreo y la extracción de leña. Esto conlleva problemas sistémicos de carácter social y ambiental.

Específicamente en relación a los usos del suelo en CdP, se han evaluado los cambios de uso y se ha generado una base de datos para cuantificar y caracterizar estos cambios durante el lapso comprendido entre los años 2001, 2005 y 2012. Este análisis señala que en la extensión total abarcada por CdP (389.822.582 ha), la pérdida de cobertura natural (bosques, sabanas, matorrales y humedales) hacia otros usos y coberturas, fue de 57,1 millones de hectáreas entre los años 2001 a 2012, debido principalmente a la conversión de cobertura natural a uso de pasturas, a uso agrícola, a la pérdida de masa boscosa (deforestación) y a pérdida de cobertura natural hacia otro tipo de usos diversos.

Uno de las principales consecuencias de la degradación de la tierra es la producción y transporte de sedimentos producto de la erosión. En CdP los procesos de erosión encauzada más importantes se localizan en las cuencas altas de los ríos Bermejo y Pilcomayo y consecuentemente, en ellas se registran las zonas de mayor producción de sedimentos. Para su estudio, la COBINABE

(2010), ha aplicado el modelo de Gavrilovic, modificado por Zemelic. Se ha establecido que el aporte de sólidos suspendidos del río Bermejo constituye un 70% de la carga sólida del río Paraná en la estación Corrientes, con un transporte en suspensión medio de 89.409.300 toneladas anuales.

Para el análisis de la producción de sedimentos por erosión no encauzada, se presentan datos del modelo USLE/RUSLE, que muestran que en la cuenca del Paraná aguas arriba de Corrientes y en la del Uruguay, el aporte de sedimentos derivados de la agricultura, el pastoreo y la deforestación es relativamente importante.

A nivel de la CdP se han identificado áreas críticas en cuanto a degradación de suelos en las zonas de fuertes pendientes con procesos erosivos de gran intensidad (Bolivia y Argentina), zonas de presión sobre humedales locales (Macrosistema del Pantanal en Brasil), zonas con fuerte deforestación de la masa boscosa (selva paranaense), zonas contaminadas en el entorno de grandes urbes (Buenos Aires y San Pablo) y zonas de embalses que, en ocasiones aportan gran volumen de sedimentos a los cursos hídricos. Dentro de la CdP, se ha realizado estudios específicos en la Selva Misionera Paranaense, el río Bermejo, el río Pilcomayo y el Gran Chaco, los cuales han sido fundamentales para completar el panorama de CdP.

Finalmente, para la problemática de Degradación de la Tierra y en base al Programa de Acciones Estratégicas (PAE), se presentan dos propuestas concretas de acciones estratégicas que consisten en la recuperación de suelos y control de la erosión por un lado y en la conservación y manejo sostenible de suelo a nivel local, por otro.

Resumo Executivo

A diversidade de fatores envolvidos em processos de erosão e a complexidade de sua avaliação minuciosa, em uma superfície de magnitude tão grande como a da Bacia do Prata, precisa ser tratada, pelo menos qualitativamente, para definir numa primeira instância, regiões de atenção prioritária caracterizadas por uma susceptibilidade à erosão.

O principal fator de degradação de solos na Bacia do Prata é devido à mudança de uso do solo, registrado principalmente pela expansão da agricultura e da pecuária sobre a cobertura natural.

A degradação das terras se origina nas diversas atividades no âmbito de macro-bacia e em âmbitos nacionais, relacionada com as atividades econômicas e com o planejamento inadequado realizado pelos governos locais, subnacionais e nacionais no que se refere ao uso dos solos e das tecnologias associadas. Além disso, o estado de degradação dos solos é influenciado pelo surgimento de novos cenários hidroclimáticos produzidos pela variabilidade e mudanças do clima.

Ao longo dos últimos 10 anos, a transformação acelerada das áreas florestais em áreas de uso agropecuário ou uso urbano, tem sido um dos processos mais comuns em várias regiões da Bacia do Prata. A diminuição da vegetação (associada frequentemente com a sobre-exploração) pode causar diversas alterações em uma região, tais como a redução da recarga do aquíferos, o aumento da taxa de erosão, o aumento da taxa de colmatagem das barragens e de corpos lânticos, o aumento de inundações causadas pelo transbordamento de rios e a alteração das condições climáticas locais.

O rápido crescimento da população, juntamente com as expectativas crescentes de desenvolvimento, constituem uma enorme pressão sobre o uso dos recursos naturais. Isso não só resulta na intensificação das culturas em áreas agrícolas, mas também na sua expansão para áreas ecologicamente marginais e com baixo potencial; além de estimular o sobrepastoreio e a extração de lenha, favorecendo assim o desmatamento. Estes problemas ambientais são refletidos na perda das funções ambientais e intensificam os processos de degradação do solo.

As atividades agrícolas, pecuárias e florestais precisam de grandes espaços, portanto a primeira atividade antrópica realizada nos ecossistemas é o desmatamento das florestas nativas. Na maioria dos casos, esse desmatamento é realizado sem considerar a encosta e, em vários países, as práticas agrícolas realizadas nos solos que antes eram ocupados por florestas, ao tratar-se de práticas tradicionais de preparo do solo, facilitam muito mais a perda do mesmo devido às chuvas e aos ventos. A tudo isso se soma o aumento da frequência ou intensidade destes últimos fatores, estabelecendo uma relação entre as mudanças climáticas e a perda da cobertura natural.

A perda da cobertura natural (florestas, savanas, matagais e zonas húmidas) para outros usos e coberturas, na Bacia do Prata atingiu uma área de 57,1 milhões de hectares entre os anos de 2001 e 2012, principalmente devido à conversão de cobertura natural para uso de pasto, uso agrícola, perda de massa florestal (desmatamento) e perda da cobertura natural para outros usos.

A transformação dos usos do solo gera um gradiente de perdas de ecossistemas fluviais e terrestres que afetarão, de forma diferenciada, as economias da região.

Para analisar os diferentes processos de erosão hídrica e produção de sedimentos em toda a bacia, foram implementadas duas metodologias diferentes e complementares: o modelo Gavrilovic que permite estimar a carga de sedimentos da maior parte da Bacia do Prata e o modelo USLE/RUSLE que se encaixa nas áreas de baixa inclinação e identifica as especificidades locais dentro da Bacia.

São várias as consequências da degradação da terra. Entre elas, podem ser mencionadas a perda da qualidade e da quantidade do solo que provoca uma diminuição da

produtividade, a eutrofização de corpos de água receptores, a perda de biodiversidade, o aumento da emissão de gases que propiciam o aquecimento global, o transporte de sedimentos erodidos e a colmatção (assoreamento) dos corpos de água, etc.

As áreas críticas para a degradação de solos estão localizadas principalmente em duas regiões específicas: o Gran Chaco Americano e a Mata Atlântica do Alto Paraná (BAAPA) ou Selva Misioneira Paranaense (SMP). As principais áreas críticas identificadas são:

- Áreas de encostas íngremes na Bolívia e setores da Argentina, onde os processos erosivos possuem grande intensidade aportando muitos sedimentos aos rios que nascem nos Andes e desembocam no Rio da Prata.
- Entorno do macrossistema do Pantanal (Brasil), onde foi verificada uma forte pressão sobre as zonas húmidas locais devido à intensa atividade agropecuária.
- As áreas de erosão não canalizadas, como as registradas nos departamentos de Tacuarembó, Rivera e Durazno, e, em menor escala, nos departamentos de Salto e Paysandú (Uruguai).
- A degradação do solo na Selva Misioneira Paranaense como resultado do desmatamento.
- Em toda a região hidrográfica do Paraná, as culturas, o gado e o desmatamento ajudam no retrocesso da massa florestal, facilitando a erosão.
- Áreas degradadas do Gran Chaco.
- As áreas de maior contaminação, como os maiores aglomerados urbanos do he-

misfério sul: Buenos Aires (Argentina) e São Paulo (Brasil), onde os usos residenciais e industriais estão concentrados.

- As zonas de descarga de reservatórios (aqueles que geram erosão) que fornecem um grande volume de sedimentos a jusante, tal como apresentado nos afluentes do rio Paraná em território brasileiro, nas fronteiras Brasil-Paraguai e Argentina-Paraguai, no rio Uruguai, nos rios Acaray (Paraguai) e Negro (Uruguai) e no rio Salado (Argentina).

Além dos estudos realizados no âmbito da Bacia do Prata, foram desenvolvidos dentro do Programa Marco um conjunto de estudos sobre este assunto de alcance nacional. Complementarmente outros programas implementados pelo FMAM-PNUMA-OEA também realizaram diversas análises que consideraram a problemática da degradação das terras. Os estudos de casos foram: a Selva Misioneira Paranaense, o rio Bermejo, o rio Pilcomayo e o Gran Chaco.

Eventos extremos, tais como o aumento da precipitação e do escoamento, inundações e secas atuam sobre a sustentabilidade da região e a conservação e propriedades dos solos. Estes fenômenos são causados pelas alterações naturais e antrópicas do sistema e do clima.

Nos diferentes cenários climáticos futuros as variáveis de temperatura e precipitação em âmbito regional não mostram mudanças significativas, no entanto realizando uma análise local, essas mudanças podem afetar diferentes ecossistemas da região e, portanto, o uso do solo, a cobertura vegetal, etc., estimando para a bacia superior do rio Bermejo uma alteração na produção de sedimentos pela erosão hídrica superficial.

Os resultados dos impactos das projeções de mudanças climáticas sobre a vazão dos rios na Bacia do Prata indicam que pode haver um aumento ou diminuição das vazões médias e mínimas, dependendo da região e do período analisado.

Executive Summary

The diversity of factors involved in the erosional processes and the complexity to thoroughly evaluate them, in such an extensive area as the La Plata Basin, requires approaching them at least qualitatively, to define in the first place priority areas that are vulnerable to erosion.

The main land degradation factor in the LPB stems from land use changes mainly brought about by the expansion of agriculture and livestock production across the natural cover.

Land degradation occurs as a result of the different economic activities at the macro-basin and national level and the inadequate planning that local, sub-national and national governments make in connection with land use and the associated technologies. In addition, the state of land degradation is affected by the emergence of new hydroclimate scenarios as a result of variability and climate change.

The accelerated changes in the forest cover in urban or agricultural areas have been one of the most common processes in several regions of the LPB over the last 10 years. The reduction in vegetation cover (frequently associated with overexploitation) can bring

about diverse alterations in a region, such as reduced aquifer recharge, increased erosion rates, increased siltation in dams and lentic water bodies and increased flooding caused by rivers overflowing their banks and changes in the local climate conditions.

The fast population growth, together with the growing development expectations, exert huge pressure on the use of natural resources. This not only translates into the intensification of crop production in farming areas and its expansion towards ecologically marginal, low-potential areas; it also encourages overgrazing and firewood collection, thus favoring deforestation. These environmental problems are reflected in the loss of environmental functions and the intensification of land degradation processes.

Farming, livestock and forestry activities need large spaces as a result of which the first anthropic activity in ecosystems is the deforestation of the native forest. In most cases, deforestation is performed without considering the gradient and, in several countries, farming activities conducted in soils formerly occupied by forests use conventional tillage as a result of which gradient is lost due to rainfall and winds. In ad-

dition to this, the increased frequency or intensity of these latter factors establishes a link between climate change and the loss of natural cover.

The loss of natural cover (forests, savannahs, shrublands and wetlands) towards other uses and covers in the LPB amounted to 57.1 million hectares between 2001 and 2012, mainly due to the conversion of natural cover to pasture, farming production, the loss of forest cover (deforestation) and the loss of natural cover towards other types of uses.

Land use change brings about losses of river and land ecosystems that will strongly affect the economies of the region.

To analyse the different processes of water erosion and sediment production across the basin, two different and complementary methodologies were implemented: the Gavrilovic model for estimating the sediment yield in most of the LPB and the USLE/RUSLE model which adjusts to low gradient areas and allows local specificities within the LPB to be identified.

Land degradation has several consequences. They include: loss of land quality and quantity which reduces productivity, eutrophication of receiving water bodies, biodiversity loss, increased greenhouse gas emissions, transport of eroded sediments and siltation (sediment accumulation) of water bodies, among others.

The critical areas for land degradation are mainly found in two specific regions: the Gran Chaco Americano and the Upper Paraná Atlantic Forest (UPAF) or Selva Misionera Paranaense (SMP). The main identified critical areas are:

- Strong-gradient areas in Bolivia and sectors in Argentina where erosional

processes are very intense and huge amounts of sediment are fed into the rivers that are born in the Andes Mountains and flow into the La Plata River.

- The Pantanal (Brazil) macro-system where there is strong pressure on local wetlands resulting from intense agricultural activity.
- Areas of unchannelized erosion such as those identified in the departments of Tacuarembó, Rivera and Durazno and, to a lesser extent, in the departments of Salto and Paysandú (Uruguay).
- Land degradation in the Selva Misionera Paranaense due to deforestation.
- Throughout the Paraná hydrographic region, crops, livestock and deforestation have reduced the forest cover, thus contributing to erosion.
- The degraded areas of Gran Chaco.
- The most polluted areas, such as the largest urban centres of the Southern Cone: Buenos Aires (Argentina) and São Paulo (Brazil), where residential and industrial uses are located.
- The discharge zones from reservoirs (those that generate erosion) which feed large amounts of sediment downstream, as it occurs in the tributaries of the Paraná river in Brazil, in the Brazil-Paraguay and Argentina-Paraguay borders, in the Uruguay river, in the Acaray (Paraguay) and Negro (Uruguay) rivers and in the Salado river (Argentina).
- Besides the studies conducted at LPB level, a number of studies have been carried out within the Framework Programme on this matter of national importance.

In addition, other programmes implemented by the GEF-UNEP-OAS have conducted different evaluations that considered the issue of land degradation. The case studies have been the following: the Selva Misionera Paranaense, the Bermejo river, the Pilcomayo river and the Gran Chaco.

Extreme events, such as the increase in rainfall and runoff, floods and droughts, affect the region's sustainability and soil conservation and properties. These phenomena are brought about by natural and anthropic changes in the system and the climate.

In the different future climate scenarios, the regional temperature and rainfall variables do not show significant changes; however, a local analysis shows that these changes might affect different ecosystems in the region and, consequently, land use, plant cover, etc., and predicts alterations in sediment production for the upper basin of the Bermejo river due to surface water erosion.

The results of the projected impacts of climate change on the LPB streamflow show that there might be an increase or reduction in mean and minimum flows, depending on the region and analysed period.

Capítulo 1:

Introducción

La cuenca del Plata, tanto por sus dimensiones como por la diversidad geográfica que enmarca, presenta un gran desafío a la hora de realizar evaluaciones de los diversos procesos naturales que tienen lugar en la misma. La erosión superficial se encuentra dentro del conjunto de procesos que más relevancia tienen en la evolución de las cuencas, interactuando fuertemente con las personas debido a la proximidad de los asentamientos urbanos a los cursos de agua, siendo éstos el principal medio de transporte de los sedimentos removidos (COBINABE, 2010).

En este sentido, la diversidad de factores involucrados en los procesos erosivos y la complejidad de evaluarlos en detalle, en una superficie de una magnitud tan grande como la de la cuenca del Plata, requiere ser abordadas por lo menos cualitativamente para definir en primera instancia zonas de atención prioritaria caracterizadas por una susceptibilidad a la erosión (COBINABE, 2010).

El principal factor de degradación de suelos en la CdP ha derivado del cambio de uso de suelo, registrado principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería por sobre la cobertura natural.

La degradación de las tierras tiene orígenes en las distintas actividades a nivel de macrocuenca y a niveles nacionales, relacionada con las actividades económicas y con la inadecuada planificación que hacen los gobiernos locales, subnacionales y nacionales en lo que compete a uso de suelos y las tecnologías asociadas. Asimismo, el estado de degradación de suelos se ve influenciado por la aparición de nuevos escenarios hidroclicmáticos por efecto de la variabilidad y cambio climático.

El concepto de degradación de tierras, abarca más que los suelos, incluyendo éstos y el resto de los elementos del paisaje que ocupan, con su influencia en la hidrología y en toda las comunidades que lo habita, o dicho en forma más amplia, los ecosistemas y las ecorregiones asociadas. Sin embargo, los suelos juegan un rol preponderante, ya que constituyen la interfase de contacto con la atmósfera y el hábitat de la vegetación, cuya producción biológica soporta todo el resto de la vida del ecosistema. Por lo tanto, es correcto centrar la atención en la degradación de los suelos.

Un suelo se degrada cuando se deterioran sus propiedades físicas, químicas y biológi-

cas, determinando disminución de su capacidad de soporte de producción de biomasa y de regulación hidrológica, sus principales roles en el ecosistema.

Siempre que un suelo se erosiona, perdiendo masa y espesor en la superficie, también se degrada. Como el contenido de materia orgánica es mayor en superficie, el suelo perdido por erosión significa una pérdida de materia orgánica desproporcionadamente mayor que el espesor de suelo perdido, lo que, a su vez, determina que el suelo transportado por el proceso erosivo, al convertirse en sedimento en las partes bajas del paisaje y en los cuerpos de agua superficiales, haga un aporte desproporcionadamente mayor de materia orgánica y de demanda biquímica de oxígeno para su descomposición. También, el proceso de erosión transporta preferentemente las partículas de menor tamaño. Estas tienen mayor actividad fisicoquímica y mayor contenido que el suelo promedio, con respecto a los elementos que las componen o se encuentran a ellas unidas por diferentes fuerzas. En los materiales finos hay más concentración de nutrientes minerales y de agroquímicos y sus subproductos de descomposición. Por lo tanto, el suelo erosionado y convertido en sedimentos transportables, es normalmente el principal contaminante de aguas superficiales (Ongley, 1997).

Pero debe tenerse presente que los suelos pueden también degradarse sin evidenciar una erosión significativa. Esto suele ocurrir cuando se hace un uso agrícola intensivo sobre suelos ubicados en paisajes de muy baja pendiente, donde la erosión hídrica es limitada, aunque pueda presentar una degradación significativa. Sin embargo, debe señalarse que no todo uso agrícola es sinónimo de degradación de tierras y su efecto depende del tipo, intensidad y tecnología aplicada.

Finalmente en relación a la conservación de los suelos debe destacarse que además de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, existe una importante cantidad de convenios, tratados, programas y proyectos de fomento de buenas prácticas de usos de suelo entre los países que conforman la CdP.

La sinergia entre estas importantes iniciativas es un paso fundamental para la concreción de acciones a favor de los sistemas socioecológicos de la Cuenca.

1.1 Alcances del documento

El presente documento se elaboró en base a la revisión crítica e integración de los principales aportes y conclusiones vertidas en los diferentes informes, consultorías y documentos generados tanto para el análisis de la temática específica de degradación de la tierra como para una gran variedad de temáticas asociadas, generados por 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 (de aquí en adelante referido como Programa Marco), siendo este un proyecto desarrollado por el Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.

1.2 Objetivos

El Programa Marco constituye una herramienta técnica de gestión que contempla una visión común de los cinco países que conforman la CdP (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay) para incentivar el desarrollo sostenible, en escenarios de corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (más de 15 años).

Su objetivo general es fortalecer la cooperación transfronteriza entre los cinco go-

biernos 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.

Figura 1

Mapa general de la Cuenca del Plata.



Fuente: PM-CIC (2016b).

El Programa Marco consta de cuatro Componentes:

- **Componente I:** Fortalecimiento de la capacidad de cooperación para la gestión integrada de los recursos hídricos, con énfasis en aspectos hidroclimáticos.
- **Componente II:** Gestión integrada de los recursos hídricos.
- **Componente III:** Modelos hidroclimáticos y escenarios para la adaptación.
- **Componente IV:** elaboración del Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y del Programa de Acciones Estratégicas (PAE).

Dentro del Componente II se inscribe el Subcomponente II.5 “Control de la Degradación de la Tierra” cuyo objetivo es armonizar las medidas nacionales relacionadas con el control de la degradación de tierras en la CdP, consolidando estrategias regionales bajo la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

Incluye la compilación de información disponible sobre suelos, integrada a una escala coherente, dentro de la CdP, y la síntesis de evaluaciones y análisis entre los cinco países, como base para la definición de un plan de acción armonizado, incluyendo la identificación de áreas críticas degradadas, integrando aspectos de agua y suelo.

El trabajo realizado por este Subcomponente permitió:

- la articulación y complementación de acciones con los proyectos existentes relacionados con el tema dentro de la CdP.
- la identificación de las mejores prácticas existentes a nivel de cuenca.
- la elaboración de un mapa común de suelos a nivel de cuenca que muestre la extensión de las áreas degradadas, la capacidad de uso del suelo, la susceptibilidad a la erosión (riesgo de erosión) y el potencial de impactos sobre los recursos hídricos.
- el diseño de un proyecto prioritario en el ecosistema crítico de la Selva Misionera Paranaense, incluyendo la formulación de un análisis de diagnóstico de la situación actual y propuesta de medidas para mitigar la erosión y promover la rehabilitación de tierras, con sistemas de monitoreo correspondientes.
- la realización de actividades de participación pública y de educación.
- la elaboración de acciones comunes en la CdP, integrando los programas de acción nacionales de lucha contra la desertificación.

Capítulo 2:

La degradación de tierras en América Latina y el Caribe

La problemática de degradación de la tierra es una de las consecuencias ambientales más relevantes del paulatino proceso de deterioro de los recursos naturales que tiene lugar a nivel local, regional y global.

En base a los estudios realizados por la FAO y la Comisión Europea, en el marco del Programa Euroclima, junto con la colaboración de diversos organismos como el PNUMA, se presentan a continuación los principales problemas de degradación del suelo presentes en América Latina y el Caribe, según la “Guía metodológica para facilitar la evaluación y reducción de los efectos del cambio climático sobre los procesos de degradación de los suelos en América Latina” publicada en el año 2012.

Este estudio menciona que existen graves problemas de degradación de suelos en todos los países de ALyC, ya sea en mayor o menor grado de extensión, afectando a zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas en forma de desertificación (un 35% del territorio con 6,9 millones de km²). En las regiones húmedas el motor principal de la degradación del suelo es la deforestación; la pérdida de bosques afecta a un 6,5% del territorio total (1,3 millones km²). La exten-

sión de suelo vulnerable a la erosión hídrica supone la mitad del territorio, el 49% (9,8 millones de km²), mientras que los suelos afectados por salinidad o acidez —degradación química— suponen al menos el 56% del territorio (11,2 millones de km²).

El análisis de distintos escenarios muestra que las condiciones climáticas, en el futuro proyectado según uno de los escenarios que se contemplan, variarán hacia más secas en algunas zonas o hacia más húmedas en otras. Aunque gran parte no sufrirá cambios considerables, muchas regiones pasarán de su condición actual a una condición más seca.

La superficie total de cambio hacia un régimen más árido según dicho modelo será de 21% (4,1 millones de km²), mientras que el paso de zonas secas a una situación más húmeda será sólo de 2% (298.000 km²).

Las estimaciones sobre la vulnerabilidad a la degradación de suelos en la región indican que el grado “más alto” se presentará en al menos 1,6 millones de km² (8%), mientras que los grados “alto” y “medio” se darán en extensiones de 6 y 2,6 millones de km² respectivamente (13% y 30%). Es-

tas superficies incrementan un 26,3% (5,3 millones de km²) al considerarse un cambio climático bajo el escenario de emisiones A2, con un efecto acentuado en las zonas áridas y semiáridas.

La problemática de la degradación de suelos ha sido abordada tradicionalmente en el marco de la Convención de Lucha contra la Desertificación, por lo que se han formulado instrumentos institucionales para facilitar la cooperación, la optimización de recursos, la generación de información y la ejecución de proyectos. No obstante, la integración de los temas de degradación de suelos y cambio climático es muy

reciente y requiere marcos político-institucionales integrales. Las áreas con alta vulnerabilidad a la degradación de suelos requieren la preparación de respuestas y rehabilitación de las zonas afectadas por erosión, con el fin de asegurar el bienestar de la población.

Las estrategias tecnológicas más exitosas para el manejo y conservación de suelos y aguas son las que involucran a los beneficiarios como entes activos en el diagnóstico, planificación, ejecución y seguimiento de acciones, enriqueciendo el proceso con aportes de los actores y adaptaciones a la realidad local.”

Capítulo 3:

La degradación de tierras en la Cuenca del Plata

3.1 El Programa Marco y la Degradación de tierras en CdP

El Programa Marco ha desarrollado un conjunto de estudios sobre Degradación de la Tierra, tanto a nivel de CdP como a escala de los países que la componen.

A continuación se enumeran los principales documentos elaborados por este Programa, en base a los cuales se brindará información sobre el estado de la degradación de la tierra en la CdP:

- PM-CIC (2016). Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) de la Cuenca del Plata. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2014b). Mapa de tipos de suelo, uso actual y cobertura de la tierra de la Cuenca del Plata. Informe de

Consultoría. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.

- PM-CIC (2016). Informe Integrado de Degradación de Suelos. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2015). Informe de consultoría sobre Degradación de Tierras, Diagnóstico y Escenarios. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.

¹ A los fines de este trabajo “degradación de la tierra” y “degradación del suelo” se utilizarán indistintamente como expresiones equivalentes.

- PM-CIC (2014a). Informe Diagnóstico sobre Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata. Argentina. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2015). Mapa estimativo de producción de sedimentos (Erodabilidad), del suelo de la Cuenca del Plata, Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.

3.2 Usos de suelo en la Cuenca del Plata

A través del PM se elaboró en 2014 el documento preliminar “Mapa de Tipos de Suelos, Uso Actual y Cobertura de la Tierra en la CdP”, cuyo objetivo fue evaluar los cambios espaciales de uso del suelo en la CdP; así como generar una base de datos que permita cuantificar y caracterizar estos cambios durante el lapso entre los años 2001, 2005 y 2012. Según el análisis preliminar realizado en el informe, la transformación acelerada de las superficies forestales en áreas de uso agropecuario o urbano ha sido uno de los procesos más comunes en varias regiones de la CdP durante los últimos 10 años. La disminución de la vegetación (asociada frecuentemente con la sobreexplotación) puede ocasionar diversas alteraciones en una región, tales como la reducción de la recarga de acuíferos, el incremento de la tasa de erosión, el aumento de la tasa de colmatación de presas y cuerpos lénticos, el aumento de inundaciones causadas por el desbordamiento de ríos y el cambio de las condiciones climáticas locales.

En la actualidad, los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios de uso del suelo y deforestación son importantes y necesarios, ya que proporcionan información del comportamiento y tendencias de los procesos de degradación, en los que intervienen factores ecológicos y socioeconómicos.

En la CdP, el acelerado crecimiento poblacional, aunado a las también crecientes expectativas de desarrollo, constituyen una enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Esto no sólo se traduce en la intensificación de cultivos en áreas agrícolas, sino también en su expansión hacia zonas ecológicamente marginales y con bajo potencial; además de estimular el sobrepastoreo y la extracción de leña, favoreciendo de esta manera la deforestación. Estos problemas ambientales se reflejan en la pérdida de las funciones ambientales e intensifican los procesos de degradación de la tierra.

Una manera confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es a través del estudio de la dinámica espacio-temporal de uso del suelo, ya que permite conocer las modificaciones en la vegetación debido al uso humano, así como la distribución e incremento (o decremento) de las tierras dedicadas a actividades antrópicas, ya sea productivas o como asentamientos humanos.

La situación de los suelos de la CdP está relacionada principalmente con las actividades de conversión de suelo. Las actividades agrícolas, ganaderas y forestales necesitan de grandes espacios, por lo que la primera actividad antrópica en los ecosistemas es la deforestación del bosque nativo. En la mayor parte de las ocasiones, esta deforestación se realiza sin considerar la pendiente, y en varios países las prácticas agrícolas realizadas en suelos que antaño eran ocupadas por bosques, al ser prácticas tra-

dicionales de labranza de suelos, facilitan mucho más la pérdida del mismo a causa de las lluvias y de los vientos. A esto se suma el aumento de frecuencia o intensidad de estos últimos factores, estableciendo relación entre el cambio climático y la pérdida de cobertura natural.

PM-CIC (2014b) señala que en la extensión total abarcada por CdP (389.822.582

ha), la pérdida de cobertura natural (bosques, sabanas, matorrales y humedales) hacia otros usos y coberturas, fue de 57,1 millones de hectáreas entre los años 2001 a 2012, debido principalmente a la conversión de cobertura natural a uso de pasturas, a uso agrícola, a la pérdida de masa boscosa (deforestación) y a pérdida de cobertura natural hacia otro tipo de usos diversos.

Tabla 1

Principales cambios de cobertura natural en CdP entre los años 2001-2012

Transformación	Superficie en hectáreas	Porcentaje respecto sup. CdP
Cobertura natural a pasturas	16.877.531	4,33
Cobertura natural a agricultura	3.724.414	0,96
Bosque (perennifolios y deciduos) a otra cobertura	14.190.168	3,64
Cobertura natural hacia otras coberturas	22.367.055	5,74
Pérdida total de cobertura natural	57.159.168	14,67

Fuente: PM-CIC (2014b).

Como se desprende del cuadro presentado anteriormente, en la CdP el mayor factor de pérdida de cobertura natural entre el 2001 y 2012 fue el paso de la misma hacia otro tipo de coberturas del suelo, entre las que pueden destacarse mosaico de agricultura y vegetación natural, urbano e infraestructura y suelo desnudo o escasamente vegetado, el cual asciende a 22,3 millones de ha.

Le sigue la conversión de vegetación natural hacia el uso de pasturas, con un total de 16,8

millones de hectáreas y los procesos de deforestación (principalmente del Bosque Atlántico) que ascienden en el período considerado a 14,2 millones de ha (ver Figura 2).

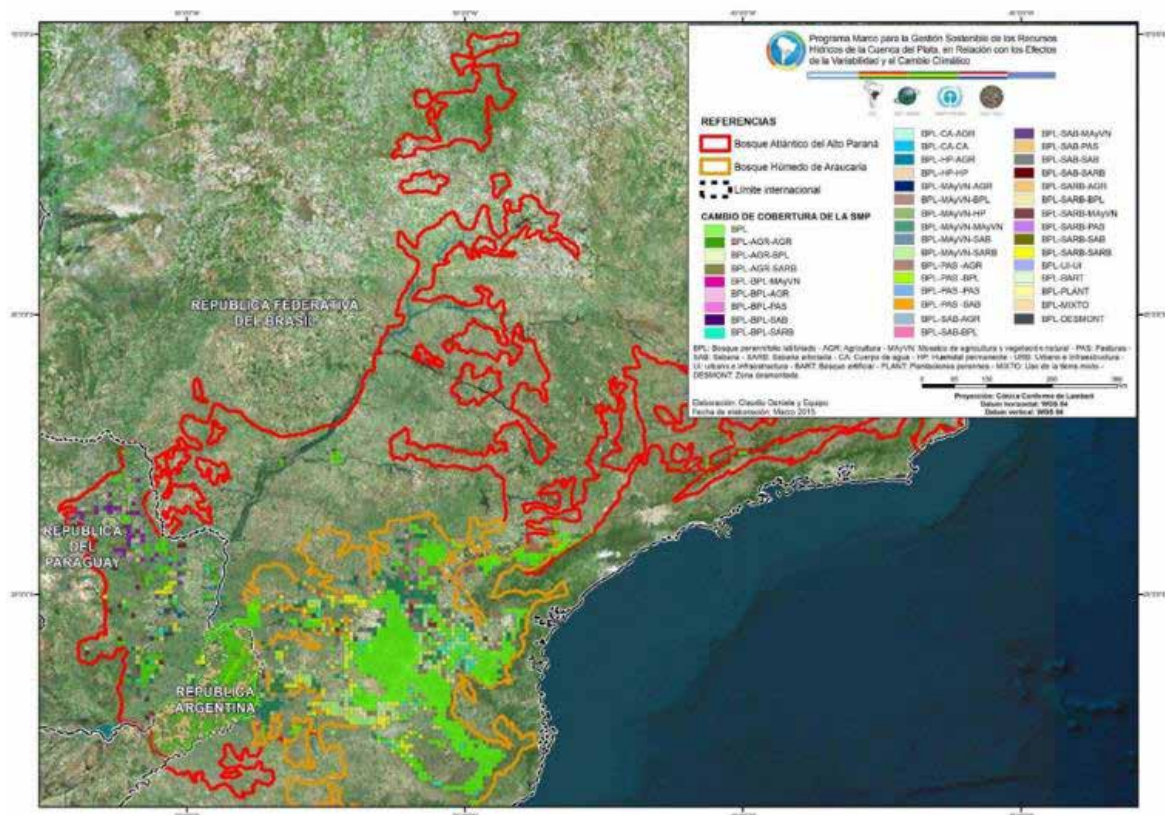
Es de destacar, el paso a esquemas de producción de carne vacuna y commodities agrícolas (soja, trigo, maíz, y otros cereales), ha transformado 3,7 millones de hectáreas de cobertura natural y es considerado el principal causante de la pérdida del bosque nativo en los países integrantes de la CdP.

Debe señalarse la reciente dinámica en el uso del suelo, especialmente en la selva misionera, por la intensificación y la integración productiva con el ganado, y proporcionando tierras utilizadas para el ganado a otros cultivos y la reducción de la presión de la deforestación, como se ve por ejemplo en Paraguay entre 2002 y 2014 (en la degrada-

ción de la Tierra en la Selva Misionera Paranaense). Las acciones y las políticas de promoción a la intensificación y la integración productiva a través de los sistemas de cultivo, bosques con ganado pueden ser un apoyo a la estrategia de aumentar la producción agrícola, la reducción de la deforestación y la degradación de la tierra.

Figura 2

Superficie con cobertura natural (SMP) reemplazada por otro tipo de cobertura o cambio hacia otro uso del suelo en Argentina, Brasil y Paraguay.



Fuente: PM-CIC (2015a).

3.3 Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata

La degradación de tierras es un proceso que conlleva el deterioro o la pérdida total de la capacidad productiva del suelo a corto y lar-

go plazo y que se ve favorecido por aquellos cambios que alteran el estado y la función del suelo en los ecosistemas.

La degradación puede ser causada por factores naturales o debido a actividades an-

trópicas. La primera se efectiviza principalmente a través de las limitaciones que presentan los suelos para determinados usos. La segunda, por su parte, responde a actividades humanas que en muchas ocasiones inducen un acelerado proceso de transformación de los suelos, lo cual unido a las características del paisaje y a la compleja interacción de factores naturales, sociales y económicos, conllevan a un proceso de degradación de variable intensidad.

La CdP presenta una considerable transformación en el uso de los suelos y en el cambio de su cobertura original en las últimas décadas. Los impactos generados por el avance en la urbanización, deforestación, agricultura, pesca, minería, las obras hidroeléctricas, los cambios en el uso del suelo y el aumento en los fenómenos meteorológicos adversos amenazan la integridad ecosistémica, las poblaciones y afectan a las actividades productivas que se desarrollan en la cuenca. Esto genera un gradiente de pérdidas de ecosistemas fluviales y terrestres que afectarán diferencialmente las economías de la región.

A continuación se presentarán:

- las principales causas de degradación de la tierra: el cambio de usos del suelo (causa antrópica) y limitantes propios del suelo (causa natural)
- el principal proceso generado por la degradación de tierras: producción de sedimentos
- las principales consecuencias de la degradación de tierras: transporte y deposición de sedimentos.

3.3.1 Principales causas de degradación

3.3.1.1 Cambios en el uso del suelo

Durante las últimas décadas grandes sectores de la CdP han experimentado el aumento de la presión humana sobre los ambientes naturales con los consecuentes cambios de uso de los suelos, provocando su degradación y la pérdida de sus funciones. Los procesos de degradación, a su vez, se ven intensificados, por las consecuencias del cambio climático (por ejemplo: eventos climáticos extremos como lluvias torrenciales, sequías intensas, etc.).

En función de ello puede mencionarse como la principal causa antrópica de la degradación de la tierra al cambio en el uso del suelo, el cual a través de la deforestación, abre paso a la agricultura mecanizada, el sobrepastoreo y el desarrollo urbano e industrial, entre otros. El reemplazo de la cobertura natural por la conversión en tierras agrícolas o pasturas, interrumpe el ciclo de nutrientes auto-sostenible por lo cual el suelo pierde fertilidad y se vuelve vulnerable a los procesos de degradación.

El grado en que el suelo se encuentra degradado actualmente está relacionado al desarrollo de una agricultura inadecuada, la que consecuentemente disminuye la productividad, así como a la deforestación sin criterio. En las zonas agrícolas de la CdP (la más notable es la subcuenca del río Paraná, una de las regiones más fértiles del mundo), presentan un impacto mayor en cuanto a la deforestación y la expansión de la frontera agrícola para cultivos de exportación. De la misma forma, la pérdida de bosque nativo en la región del Gran Chaco Americano produce un gran riesgo de desertificación.

De acuerdo con el Mapa de Uso de Suelos (PM-CIC, 2014b), el cual recopiló datos geoespaciales de cobertura, para los años 2001, 2005 y 2012, alrededor de 57.000.000 ha de cobertura natural se perdieron entre 2001 y 2012 (ver mas detalles en el ítem 3.2 de este documento). El acelerado crecimiento poblacional y las dinámicas de “desarrollo” ejercen enorme presión de uso sobre los recursos naturales. Esto conlleva la intensificación de cultivos en áreas agrícolas y también zonas marginales o no adecuadas, estimula el sobrepastoreo y la extracción de leña. Esto conlleva problemas sistémicos de carácter social y ambiental.

3.3.1.2 Limitaciones de los suelos

Además del uso que se hace de ellos, los suelos presentan características que hacen necesarias medidas para su conservación frente a los efectos del Cambio Climático, por ejemplo, las relacionadas a sus limitaciones. En la CdP existen grandes superficies de suelos que no han sido convertidos a otros usos y se conservan en sus condiciones naturales, sin embargo presentan limitantes que por ejemplo, los hacen propensos a la erosión y presentan restricciones para las actividades agrícolas.

La región de la CdP cuenta con una amplia diversidad de suelos, dependientes de factores como el relieve, microclimas, vegetación y sus usos antrópicos, entre otros. Debido a esta marcada heterogeneidad, se hace necesario dividir a las superficies predominantes de la Cuenca según sus características principales. En este contexto y, conforme estudios realizados por la FAO y la Comisión Europea, en el marco del Programa Euroclima, junto con la colaboración de diversos organismos como el PNUMA, se presenta a continuación las limitaciones de los tipos de suelos principales:

- **Cambisols:** suelos situados en los trópicos húmedos, típicamente pobres en nutrientes, se encuentran fuertemente meteorizados son poco fértiles.
- **Ferralsols:** comprenden suelos mayormente ácidos con alta saturación de aluminio que albergan vegetación natural y normalmente se encuentran en selvas tropicales, o bien son gestionados mediante sistemas de roza y quema. Entre sus deficiencias pueden mencionarse niveles bajos de nutrientes y baja capacidad de retención de agua por lo que resulta posible que haga falta el aporte de agua en periodos anormalmente secos. Para la gestión de estos territorios es necesario mantener su fertilidad y un cierto contenido de materia orgánica.
- **Gleysols:** se dan en general en terrenos llanos y su proximidad al agua subterránea los hace un medio idóneo para el cultivo de arroz. Entre sus deficiencias, pueden mencionarse la frecuencia de hierro reducido en grandes cantidades que provoca bajos rendimientos de cultivos. Por otra parte, las amenazas de los Gleysols se enfocan en los encharcamientos, falta de oxígeno para las raíces y compactación.
- **Phaeozems:** son suelos ricos en materia orgánica y altamente productivos, sin embargo, los cultivos agrícolas con labranza intensiva y el pastoreo con rebaños grandes pueden causar la degradación de los mismos. Además, presentan riesgo de erosión eólica.
- **Solonetz:** no cuentan con interés agrícola por lo que albergan hábitats naturales. Entre sus deficiencias puede mencionarse que su parte subsuperficial densa puede limitar el enraza-

miento y propiciar el estancamiento del agua. Además, presenta alcalinidad por abundancia de sodio, lo cual genera un desequilibrio de nutrientes y una débil estructura. Cuando estos suelos se encuentran secos se endurecen y resultan muy difíciles de trabajar. Muestran riesgo de sufrir erosión eólica y/o hídrica.

Estos factores limitantes de los suelos en CdP condicionan los diferentes procesos erosivos que se analizan a continuación.

3.3.2 Principal proceso generado por la degradación de tierras: producción de sedimentos

Para analizar los diferentes procesos de erosión hídrica y producción de sedimentos en toda la cuenca, se recurrió a la implementación de dos metodologías diferentes y complementarias, que cubren la necesidad de modelación de una cuenca extensa y heterogénea: el modelo de Gavrilovic que permite estimar la carga de sedimentos de la mayor parte de la CdP (ver ítem 3.3.2.1.) y el modelo USLE/RUSLE (ver ítem 3.3.2.2.) que se ajusta a las áreas de escasa pendiente y permite identificar especificidades locales dentro de la CdP.

3.3.1.3 La producción de sedimentos por erosión encauzada

Los procesos de erosión encauzada son muy importantes en las cuencas altas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. Los resultados del Proyecto desarrollado para el río Bermejo por COBINABE (2010), muestran el buen desempeño del modelo de Gavrilovic, modificado por Zemelic, en estimar la carga de sedimentos de las subcuencas de la cuenca del Bermejo.

Los resultados de la aplicación de la metodología desarrollada por Gavrilovic para estimar la cantidad de material producido por erosión superficial en una cuenca y que es transportado a la sección del río que la define, aplicado a la CdP, se compararon con la categorización propuesta por Djorovic el cual define, de acuerdo con el valor del parámetro “Z” (coeficiente de erosión de Gavrilovic), umbrales de erosión que van desde “muy débil” a “excesiva” (ver tabla 2), se sintetizan en la figura presentada a continuación, donde se definen áreas de semejante susceptibilidad a la erosión.

Estos resultados condicen con Osinaga et al. (2012) y Guanica (2010), los cuales muestran el alto riesgo de erosión de la cuenca del Bermejo y la segunda autora muestra que la cuenca del Pilcomayo en Salta tiene más del 85% del área con riesgo de erosión nulo o muy bajo. La gran diferencia es que en el primer caso predominan áreas de alta y muy alta pendiente y en el segundo predomina el área de muy baja pendiente, con independencia de otros factores que condicionan la erosión.

Tabla 2

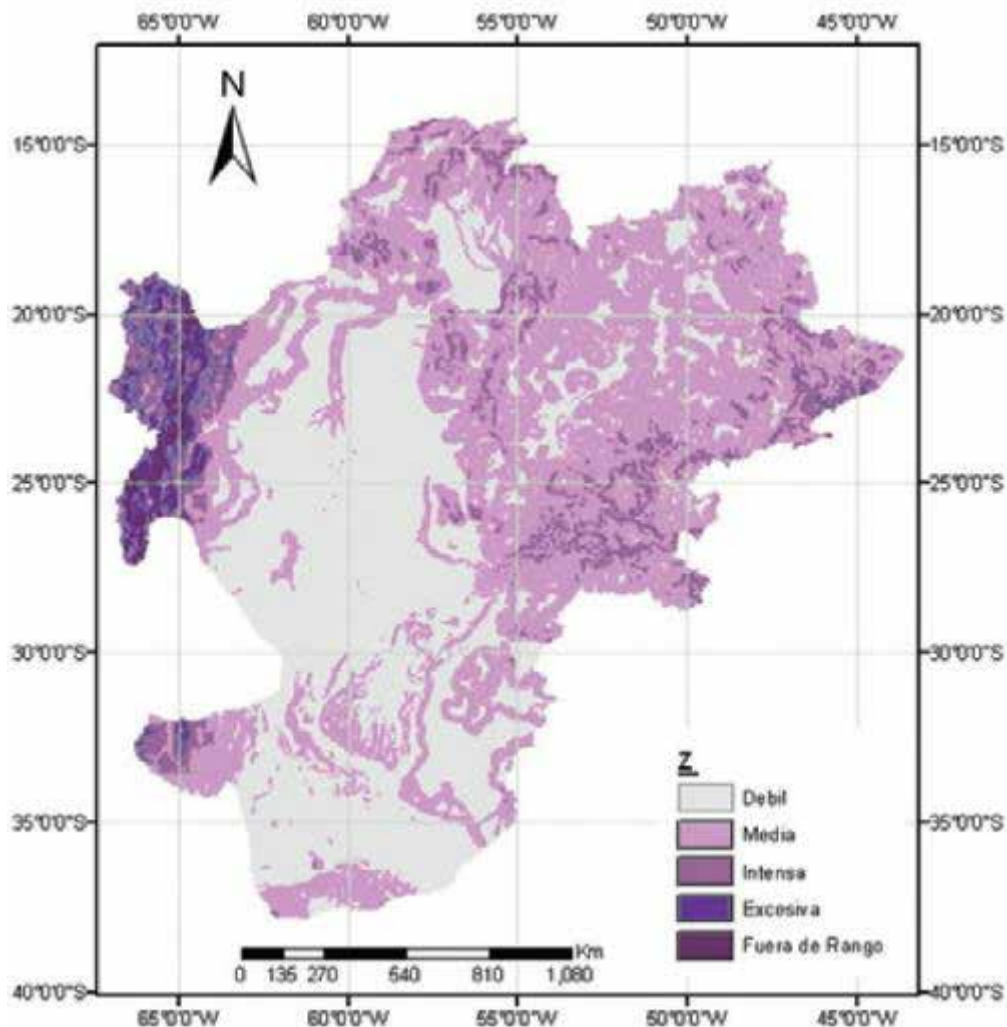
Clasificación de Djorovic

Z	Erosión
0.01 a 0.19	Muy Débil
0.20 a 0.40	Débil
0.41 a 0.70	Media
0.71 a 1.00	Intensa
1.01 a 1.50	Excesiva

Fuente: COBINABE (2010)

Figura 3

Clasificación según Djourovic para la CdP



Fuente: COBINABE (2010)

3.3.1.4 La producción de sedimentos por erosión no encauzada

Si bien el modelo USLE/RUSLE, no da cuenta de la erosión encauzada en cárcavas ni de los deslizamientos en masa por lo cual no es aplicable a los sectores de la cuenca que presentan este tipo de fenómenos, es aplicable a los sectores de la CdP donde predominan las condiciones en las que aplica el

modelo para estimar erosión hídrica no encauzada.

Este modelo muestra que en la cuenca del Paraná aguas arriba de Corrientes y en la del Uruguay, donde hay subcuencas con represas importantes de generación hidroeléctrica y para otros usos, con valores significativos de los factores R^2 y LS^3 de la USLE/RUSLE (por la energía del relieve) y

relativamente alta erodabilidad de los suelos (factor K^4), el aporte de sedimentos derivados de la agricultura, las pasturas y la deforestación es relativamente importante (PM-CIC, 2015d).

La figura presentada a continuación, representa gráficamente en un mapa de isoerodentas los mayores valores de erosividad por lluvias en la CdP, en base a los promedios del período 1960-2010.

Conforme se menciona en el ADT (PM-CIC, 2016b), los procesos erosivos son más severos en las zonas montañosas, verificándose la mayor producción específica de sedimentos en el sector andino de la cuenca. Las fuentes de sedimento más destacables son las Altas Cuencas de los Ríos Bermejo y Pilcomayo (si bien la mayor cantidad de sedimentos del Pilcomayo se depositan en su mismo cauce en la planicie chaqueña por el proceso de retroceso), mientras que en el resto de la cuenca los problemas de erosión y sedimentación se pueden controlar con un adecuado manejo agropecuario.

En los afluentes del Pantanal de río Paraguay se han registrado los valores máximos de la Concentración Media Anual (CMA) de 500 mg/l, lo que corresponde a una erosión media de 146 t/km².año en cuencas de un área media de 17.000 km². Mientras que en la Zona Sudoeste próximo a la frontera con Argentina, que abarca los tramos medios e inferiores de los afluentes de margen izquierda del río Paraná desde el Parana-panema hacia aguas abajo y una parte sustancial de la cuenca del río Uruguay, la CMA se encuentra en el entorno de 100 mg/l y la producción específica de sedimentos es del orden de 95 t/km².año.

3.3.3. Principales consecuencias de la degradación de tierras: transporte y deposición de sedimentos

Son variadas las consecuencias que tiene la degradación de la tierra. Entre ellas pueden mencionarse la pérdida de la calidad y cantidad del suelo que provoca una disminución de la productividad, la eutrofización de cuerpos de agua receptores, la pérdida de biodiversidad, el incremento en la emisión de gases que propician el calentamiento global, el transporte de sedimentos erosionados y la colmatación (acumulación de sedimentos) de los cuerpos de agua, etc.

Específicamente, en cuanto al transporte y depositación de sedimentos debe destacarse que estos procesos comprometen la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y limitan la capacidad de las vías navegables y de los puertos, generando importantes costos de mantenimiento, colmata los embalses de las presas y modifica la calidad de sus aguas.

Respecto de los procesos de transporte y deposición de sedimentos, el ADT (PM-CIC, 2016b) menciona que:

- El río Bermejo descarga un caudal medio anual de 446 m³/s y 100 millones de toneladas/año de sedimentos finos en suspensión en el río Paraguay. Los sedimentos de este río son la causa principal de la necesidad de clarificación de agua para consumo de las ciudades hasta el Río de la Plata y es el origen de la sedimentación de canales transversales en el valle del río Paraná y de los canales navegables y accesos a puertos y el crecimiento del delta en el Río de la Plata.

2 R es el factor erosividad anual de la lluvia (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹ año⁻¹).

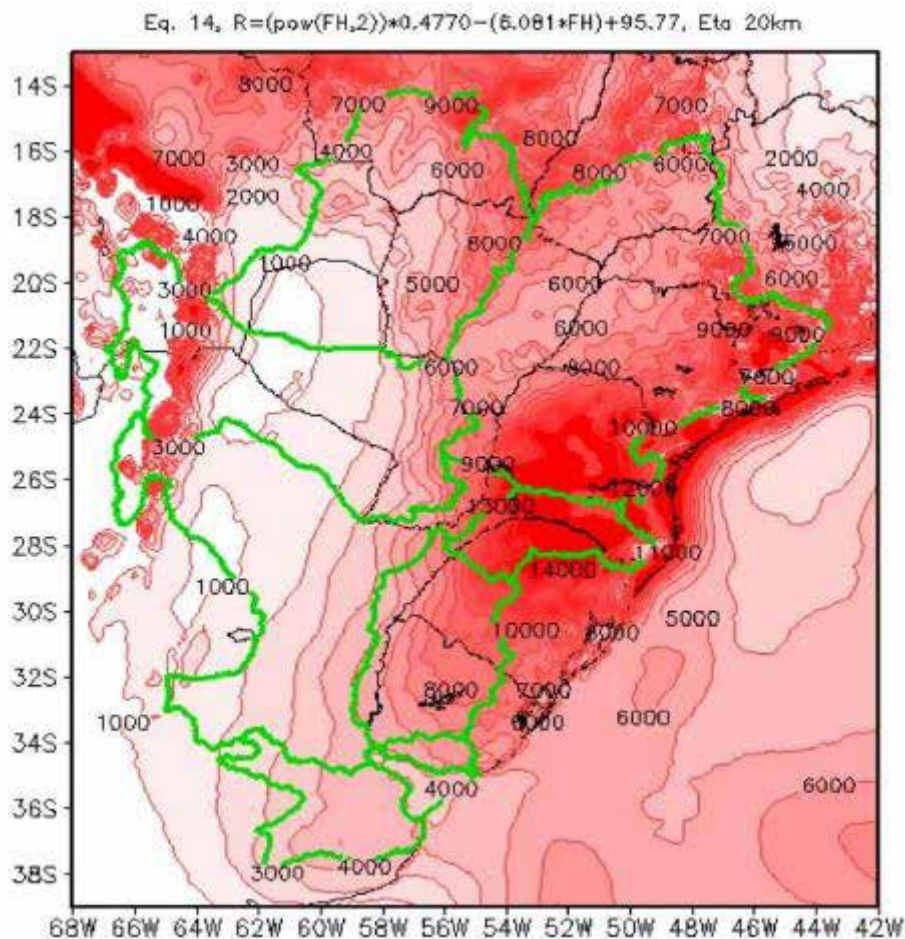
3 L es el factor longitud de pendiente.

4 K es el factor erodabilidad del suelo (Mg.h.MJ⁻¹ mm⁻¹).

- El río Pilcomayo tiene un caudal medio anual de 203 m³/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 y la carga es depositada en bañados del cono aluvial del Pilcomayo en la planicie chaqueña y consecuentemente no llegan a descargar 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. Consecuentemente los caudales del río desbordan sobre la planicie formando nuevos bañados con periodicidad anual en consonancia con el ciclo hidrológico.
- 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)

Figura 4

Mapa tentativo de isoerodentas para la Cuenca del Plata (período 1960-2010)



Fuente: PM-CIC (2016b).

- El material sólido de la cuenca del río Bermejo ha sido medido alcanzando valores muy significativos, mientras los mayores arrastres registrados correspondientes a los meses de máximos caudales, diciembre a febrero.
- Los cambios en la temperatura y precipitación se manifestarán en variaciones 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. Para el futuro lejano, hay una leve tendencia a aumentar las tasas en el caso de la cuenca del río Bermejo y sin tendencia clara en la cuenca del río Pilcomayo.
- El aumento de la producción de sedimentos pronosticado, implica un aumento del riesgo de cambios morfológicos en el cauce del río Bermejo inferior y 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 sedimentos de fondo dragado en canales transversales del Paraná, canales del Río de la Plata y en los puertos y accesos a puerto.

3.3.4 Identificación de áreas críticas y degradación de suelos

En base al ADT (PM-CIC, 2016b) a continuación se presentan las áreas más críticas en cuanto a degradación de suelos en la CdP.

Estas áreas se localizan principalmente en dos regiones específicas: el Gran Chaco Americano y el Bosque Atlántico del Alto

Paraná (BAAPA) o Selva Misionera Paranaense (SMP)

Las principales áreas críticas identificadas son:

- Zonas de fuertes pendientes en Bolivia y sectores de Argentina donde los procesos erosivos poseen gran intensidad aportando muchos sedimentos a los ríos que nacen en los Andes y desembocan en el Río de la Plata.
- Entorno del Macrosistema del Pantanal (Brasil) donde se ha verificado una fuerte presión sobre los humedales locales debido a la intensa actividad agropecuaria.
- Las áreas de erosión no encauzada como la registrada en los departamentos de Tacuarembó, Rivera y Durazno, y en menor medida, los departamentos de Salto y Paysandú (Uruguay).
- La degradación de tierras en la selva paranaense como producto de la deforestación.
- En toda la región hidrográfica del Paraná, los cultivos, la ganadería y la deforestación han hecho retroceder la masa boscosa, facilitando la erosión.
- Las áreas degradadas del Gran Chaco.
- Las zonas de mayor contaminación, como los aglomerados urbanos más grandes del hemisferio sur: Buenos Aires (Argentina) y San Pablo (Brasil), donde se concentran usos residenciales e industriales.
- Las zonas de descarga de embalses (aquellos que generan erosión) que aportan un gran volumen de sedimen-

tos aguas abajo, como se presentan en los tributarios del río Paraná en territorio brasileño, en las fronteras de Brasil-Paraguay y Argentina-Paraguay, en el río Uruguay, en los ríos Acaray (Paraguay) y Negro (Uruguay), y en el río Salado (Argentina).

A continuación se presentan a manera de diagnóstico, las principales problemáticas con incidencia en la degradación de tierras de las distintas subcuencas componentes de la macrocuenca del Plata.

Figura 5

Áreas de mayor criticidad asociadas a la degradación de tierras.



Tabla 3

Diagnóstico de las áreas críticas para las distintas subcuencas de la CdP

Subcuenca	Principales problemáticas en relación a la degradación de tierras
Alto Paraguay	– Actividad ganadera intensa y expansión de superficies de pasturas.
Bajo Paraguay	– Importante aporte de sedimentos de varios ríos (en particular, el Pilcomayo, en donde el principal factor de erosión es la pendiente, que aumenta abruptamente en las zonas de la naciente de este río, adentrándose en territorio boliviano). – Prácticas de labranza inadecuadas para generación de pasturas.
Alto Paraná	– Localización de poblaciones urbanas y núcleos industriales de alto impacto: usinas hidroeléctricas y grandes industrias. – Deforestación y prácticas intensivas de agricultura empresarial en sus ríos tributarios. – Presión de actividades ganaderas.
Bajo Paraná	– Localización de grandes represas hidroeléctricas (Itaipú y Yacyretá).
Alto Uruguay	– Alta erodibilidad, debido a la presencia de pendientes en las estribaciones de la Sierra Gaúcha (entre los estados brasileños de Río Grande del Sur y Santa Catarina). – Presión sobre el suelo y la cuenca hídrica debido a la avicultura, la cría de porcinos y cultivo de arroz.
Bajo Uruguay	– Erosión debido a la represa de Salto Grande, que provoca el aumento de la velocidad de las aguas, y con ello la pérdida de suelos en sus márgenes. – Afectación de costas.
Río de la Plata	– Presencia de extensos bancos de baja profundidad debido al constante avance del delta del Paraná (15 m por año en promedio), con disminución de sus profundidades naturales.

Fuente: Elaboración propia en base a ADT (PM-CIC, 2016b).

Capítulo 4:

Degradación de tierras y estudios de caso en CdP

4.1 Introducción

Además de los estudios precedentes realizados a nivel de la CdP, se han desarrollado dentro del Programa Marco un conjunto de estudios sobre esta temática de alcance nacional realizado por cada uno de los países integrantes de la CdP.

Complementariamente otros programas implementados por FMAM-PNUMA-OEA han realizado también diversos análisis que consideraron la problemática de la degradación de tierras.

Se describirán los principales procesos de degradación de la tierra analizados en diversos estudios en la Selva Paranaense, el río Bermejo, el río Pilcomayo y el Gran Chaco.

4.2 La Selva Misionera Paranaense

En base al análisis realizado por el documento “Diagnóstico Integrado sobre Ambiente-Degradación de la Tierra de la Selva Misionera Paranaense (SMP) en la Cuenca del Plata” (PM-CIC, 2015a), se presentarán las principales tendencias de degradación de la tierra en relación a los procesos de deforestación de la SMP.

La Selva Misionera Paranaense (SMP) a lo largo del siglo XX ha sufrido una profunda retracción y ha soportado una gran transformación. Si bien ha producido gradualmente, la severa pérdida de gran parte de la masa forestal en esta ecorregión con el objetivo de reemplazarla por pasturas, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, condujo en muchos casos a una importante degradación de suelos, a alteraciones de los ciclos hidrológicos, provocando notables fluctuaciones climáticas locales, entre muchas otras alteraciones.

Los principales impactos de los usos del suelo sobre los recursos naturales de la SMP se traducen como deforestación, erosión y contaminación del suelo, pérdida de biodiversidad, pérdida de conectividad ecológica, pérdida de hábitat, aumento del efecto de borde, mayor efecto barrera de las vías de comunicación, incremento caza de fauna silvestre y extracción de flora, aumento de sedimentos en sistemas hidrológicos, entre otros.

La fragmentación, el aislamiento y la degradación de los fragmentos de bosque y selvas son las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad en la eco-

región. La expansión forestal y de la agricultura se ha identificado como la mayor causa que subyace al proceso de fragmentación del bosque en la ecorregión.

La deforestación conduce a un aumento significativo de la escorrentía superficial, una afectación de las condiciones microclimáticas (inclusive de la precipitación), además de desencadenar un proceso de retroalimentación positiva en el incremento de la desecación de la cubierta forestal adyacente; reduciendo sus reservas de humedad de la región. Esto afecta las zonas agrícolas vecinas y los reservorios de agua, afectando de esta manera las economías regionales y el acceso de la población a un recurso fundamental.

El deterioro de la SMP afecta la regulación de los flujos de agua. Naturalmente la selva actúa a manera de esponja, absorbiendo la precipitación durante las lluvias, reteniendo los suelos y liberando agua a intervalos regulares de tiempo. Este tipo de regulación ayuda a moderar los efectos destructivos de las lluvias torrenciales, inundaciones y la pérdida de suelos, que se incrementan con la tala de los bosques cuando el agua fluye rápidamente hacia los arroyos, lo que eleva los niveles de los cursos de agua y deja expuestas a las localidades y campos agrícolas, especialmente durante la época de lluvias.

El deterioro de la capacidad de retención de agua del suelo y la consecuente erosión del mismo ocasiona la sedimentación de canales, reservorios y cursos de agua y acelera la colmatación de las represas, lo cual que podría afectar la capacidad de producción de las hidroeléctricas asentadas en la región, limitando la producción energética.

Por otro lado, la conversión de zonas boscosas a zonas no forestales de uso agropecuario contribuye al incremento del uso de fertilizantes, pesticidas y paquetes tecno-

lógicos que producen cambios en las propiedades del suelo y que pueden afectar consecuentemente la calidad de los recursos naturales. El control de plagas mediante productos químicos tóxicos, por ejemplo, puede ocasionar la contaminación del aire, el suelo y agua subterránea y afectar colateralmente especies que no son objetivo de control de plaguicidas como los depredadores o consumidores de los organismos “blanco”. También el exceso de uso de fertilizantes puede causar la eutroficación de los sistemas de agua dulce, lo cual puede acarrear la pérdida significativa de biodiversidad a nivel local y un desmejoramiento en la función ecosistémica. Esto a su vez tiene un efecto directo en la subsistencia de la población rural. Por otro lado, los fertilizantes contribuyen con los gases de efecto invernadero mediante la producción de óxido de nitrógeno y una disminución en la oxidación del metano.

Además, muchas prácticas forestales convencionales afectan la integridad y la diversidad de las áreas forestales. Los sistemas de cosecha de rotación corta que generalmente acarrear una producción neta mayor, también tienden a reducir las existencias de carbono globales al facilitar ritmos mayores de mineralización.

Tal como lo indica PM-CIC (2015a), no puede dejar de mencionarse la afectación que el desmonte y la degradación de la tierra provoca en el uso turístico-recreacional que se realiza en las áreas naturales que conservan relictos de SMP de importancia, el cual constituye un importante aporte económico a la provincia y que se ve impactado por los procesos de degradación locales y regionales.

En este contexto, específicamente en cuanto a la temática de degradación de tierras, es sabido que la SMP brinda un servicio am-

biental fundamental contribuyendo a la regulación hídrica y la conservación del suelo y de la calidad del agua. En este sentido el documento sobre Prácticas Forestales en los Bosques Nativos para las provincias argentinas de la ecorregión Selva Misionera, elaborado por la SAYDS (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) en el marco del Componente Bosques Nativos y su Biodiversidad del Proyecto Manejo Sostenible de los Recursos Naturales (2012), resultado de un proceso participativo en el que se integró a los actores del sector forestal y maderero, señala cuáles son las prácticas relacionadas al sector forestal más relacionadas con la degradación e indica las medidas mitigadoras que podrían ponerse en práctica. Según el mismo, *“El mayor impacto que generan estas actividades es la producción de sedimentos. Los caminos forestales son los responsables de la mayor parte de la sedimentación y de la erosión total que resulta de las operaciones de aprovechamiento (Dykstra, 1997). Este impacto puede controlarse en gran medida con una correcta planificación, construcción y mantenimiento de los caminos”*.

El tránsito de maquinarias y el arrastre de los ejemplares extraídos en las operaciones de cosecha producen la remoción de suelo, mientras que la disminución de los niveles de intercepción como consecuencia de la tala de árboles causa un aumento de la escorrentía superficial, lo cual se ve incrementado en épocas de tormentas, intensificando de la erosión y arrastre de sedimentos a los cursos y cuerpos de agua, afectando su calidad físico-química. Además, la topografía accidentada aumenta la velocidad del agua de escorrentía, incrementando a su vez la pérdida de suelo.

A su vez, cabe destacar que es sabido que la deforestación es un factor coadyuvante del cambio climático. Este cambio se evidencia en las principales tendencias climáticas de-

tectadas a nivel de la CdP, las cuales indican el aumento de las temperaturas y en algunos casos, también de las precipitaciones.

En base a ello se identifican los principales impactos ambientales y sociales del cambio climático en relación a la remoción de la cobertura de la SMP:

- los suelos quedan desprotegidos y pierden humedad
- se altera el ciclo hidrológico ya que existe menor devolución de vapor de agua a la atmósfera
- se reduce la absorción de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global
- se reduce el bloqueo de los rayos solares durante el día y el mantenimiento del calor durante la noche, lo cual contribuye a la aparición de cambios de temperatura más extremos que pueden ser limitantes para las plantas y animales
- aumento de morbi-mortalidad en relación a la temperatura por ejemplo durante las olas de calor
- aumento de los efectos en la salud relacionados con eventos meteorológicos extremos (tornados, tormentas, huracanes y precipitaciones extremas), con consecuencias tanto directas como indirectas, por consumo de aguas contaminadas
- mayor propagación de infecciones y epidemias, principalmente relacionadas a vectores, agua y alimentos

Al mismo tiempo, debe recordarse que más allá de que los procesos de cambio climático tengan una raíz natural o se deban exclu-

sivamente a acciones antropogénicas, está fuera de discusión que los procesos de deforestación contribuyen al mismo a través de los siguientes procesos:

- La reducción de la cobertura vegetal altera el ciclo normal del carbono al reducir la fijación del mismo en la misma y aumentar su presencia en la atmósfera.
- La reducción del bloqueo de los rayos solares durante el día y el mantenimiento del calor durante la noche a causa de la falta de cobertura vegetal, contribuye a la aparición de cambios de temperatura más extremos que pueden ser limitantes para las plantas y animales

Para finalizar, en este orden de temas, se destaca que estos 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 SMP se centran principalmente en la implementación de una red de áreas protegidas destinadas a la conservación. La creación de nuevos corredores ecológicos y el refuerzo de aquellos existentes, constituye una de las propuestas con mayores posibilidades de implementación y éxito. Estos corredores posibilitarían la interconexión de áreas naturales de gran valor y servirían como articuladores de modalidades de uso sustentables, usos tradicionales, usos extractivos y áreas protegidas.

También los gobiernos de los países de CdP 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 constituyen una herramienta fundamental para

controlar la deforestación y regular los usos que pueden realizarse en la SMP.

Finalmente, no puede dejar de destacarse que si bien las iniciativas llevadas adelante por cada país en relación a la conservación de la SMP son muy valiosas y constituyen la base para todas las acciones de conservación dentro de la ecorregión, es de fundamental importancia generar iniciativas de trabajo binacionales o trinacionales y reforzar las iniciativas en curso en el marco de los recursos compartidos ya que es la única forma de asegurar la conservación de la SMP.

4.3 El Río Bermejo

En relación a la temática de degradación de la tierra en la cuenca del río Bermejo, a continuación se presentarán las principales tendencias y conclusiones presentadas por el documento “Generación y transporte de sedimentos en la Cuenca Binacional del Río Bermejo. Caracterización y Análisis de los Procesos intervinientes” elaborado por el Programa Estratégico de Acción para la Cuenca del Río Bermejo – COBINA-BE-OEA-FMAM (2010).

La cuenca del río Bermejo se caracteriza por la gran cantidad de sedimentos que genera, lo cual la ubica entre las más altas tasas de sedimento producido por unidad de área en el mundo. La mayor parte de los sedimentos es arrastrada durante los grandes picos de crecientes como consecuencia de intensos procesos erosivos que ocurren fundamentalmente sobre depósitos no consolidados. Esta producción es causada principalmente por la erosión superficial generalizada del suelo y por los procesos de remoción en masa en sitios puntuales de la cuenca.

Estos procesos influyen en los problemas de inundaciones, en los fenómenos de colmatación de embalses y pueden promover

cambios en la morfología fluvial que, a su vez, afecten los aspectos ambientales.

Como lo destaca el documento elaborado por COBINABE (2010) los sedimentos producidos por erosión superficial están asociados principalmente al fenómeno de destrucción del suelo por el impacto directo de las gotas de lluvia y el posterior transporte por escurrimiento superficial. Se trata de un proceso que presenta una cierta continuidad temporal asociada a eventos hidrológicos ordinarios característicos de esta cuenca, pudiendo relacionarse con el régimen de lluvias. En cambio, los sedimentos producidos por remoción en masa como los deslizamientos de laderas, colapso de márgenes, flujos de barro, flujos de detritos, etc., están relacionados con la inestabilidad hidrogeológica de la cuenca del Bermejo, y se vinculan con eventos hidrológicos extremos y, fue por lo tan-

to, no presentan la continuidad temporal que muestran los primeros.

Los estudios realizados por el documento de referencia en la Alta Cuenca del Bermejo aplicando la metodología de Gavrilovic (Gavrilovic, S., 1959; Gavrilovic, Z., 1988; Zemljic, M., 1971) para localizar y caracterizar los sectores más susceptibles de presentar procesos de erosión superficial, se centraron en el estudio de la variación de la cantidad de material sólido generado ante cambios en la cobertura vegetal, mediante el estudio de 5 casos que dieron como resultado los valores presentados en la tabla siguiente.

Más allá de la importancia de estos porcentajes a nivel de toda la Cuenca del Bermejo, los cambios de cobertura vegetal analizados pueden afectar notoriamente un sector localizado, con incrementos máximos a ni-

Tabla 4

Material producido por erosión superficial según casos con cambio en la cobertura vegetal

Caso	Material producido por erosión superficial (en m ³ /año)	Aumento relativo
Caso 1: Transformación del 100% del pedemonte para agricultura.	22.100.000	19,1%
Caso 2: Transformación del 50% del pedemonte para agricultura.	19.960.000	7,6%
Caso 3: Transformación del 100% de la selva montana a la categoría de cobertura inmediata inferior, excepto las áreas naturales protegidas.	19.850.000	7,0%
Caso 4: Transformación del 15% de la selva montana a suelo desnudo.	20.880.000	12,5%
Caso 5: Transformación del 25% del pastizal serrano a suelo desnudo.	20.350.000	9,6%

Fuente: COBINABE (2010).

vel de las subcuencas en que fue dividida la zona de estudio respecto de la situación actual, de hasta un 700% (COBINABE, 2010).

Mediante el análisis de cambios en la cobertura vegetal, se observó la sensibilidad de este parámetro en la producción de sedimentos, tanto a nivel regional como local, determinándose zonas críticas respecto de las condiciones de protección dadas por la vegetación y el uso del suelo.

COBINABE (2010) destaca que en cuanto la incidencia de los procesos de degradación de la tierra y producción de sedimentos relacionados a procesos de remoción en masa en la Alta Cuenca, se puede afirmar que las áreas con mayor susceptibilidad a la generación de desmoronamientos, deslizamientos y flujos rápidos de remoción en masa son las cabeceras del río Pescado, las cabeceras del río Iruya, los tributarios del río Grande de Jujuy, sobre todo los ubicados en el ámbito de la Quebrada de Humahuaca a alturas superiores de los 2.000 m.

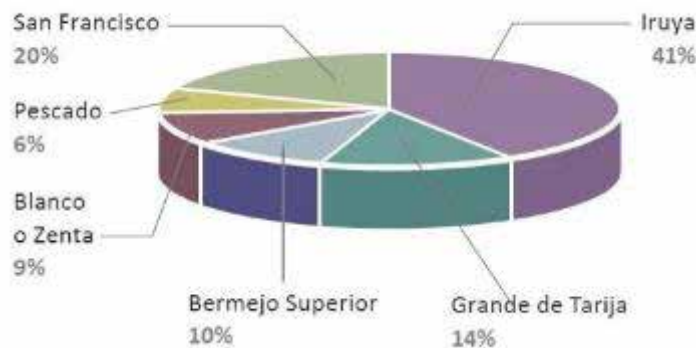
Vale destacar que el análisis de la potencialidad para el desarrollo de procesos de desmoronamientos, deslizamientos y, fundamentalmente, flujos de remoción en masa rápidos como productores de importantes volúmenes de detritos a la Alta Cuenca del Bermejo encuentra amplias coincidencias con los parámetros calculados en el modelo de generación y transporte de sedimentos por erosión superficial.

Las altas tasas de transporte de material de los ríos que conforman el sistema de drenaje de la Alta Cuenca del Río Bermejo motivan el desarrollo de permanentes cambios en la morfología de los cauces.

Puede verse que casi el 40% de las obras proyectadas en la Cuenca tienen como principal objetivo el control de procesos erosivos en los cauces, mientras que en el resto de los casos, si bien el objetivo es distinto al de control de sedimentos, las obras inciden en diferente grado en los aspectos morfológicos de los cauces donde

Figura 6

Distribución porcentual de aporte de sólidos suspendidos de los ríos afluentes de la cuenca alta del río Bermejo



Fuente: COBINABE (2010).

se localizan o se prevé ubicar las estructuras. (COBINABE, 2010)

Según menciona el documento analizado, en cuanto a las características referidas a producción y transporte de sedimentos en la Baja Cuenca del río Bermejo debe resaltarse el hecho que el material arrastrado por el río en este tramo, tanto en fondo como en suspensión, es muy fino. De acuerdo con los análisis efectuados, el descripto aparece como el funcionamiento normal de los procesos de erosión/sedimentación en la zona: desde una cota inicial del lecho del río, conformada definitivamente durante el período de aguas bajas, comienzan a observarse erosiones a medida que escurren los altos caudales propios del período de aguas altas. De este modo se llega a un estado de erosión máxima a partir del cual se desarrolla una recuperación del nivel del lecho (sedimentación), que termina en un nuevo nivel del fondo para aguas bajas. Los valores de erosión/sedimentación están asociados a la magnitud y duración de los caudales del río.

COBINABE (2010) destaca que el río Bermejo en su Baja Cuenca presenta una serie de singularidades asociadas a su funcionamiento (en relación a la degradación de la tierra), entre las que se destacan:

- importantes procesos de erosión del lecho con el paso de las crecidas
- procesos de sedimentación en la recesión de los hidrogramas de crecida que se continúan aun en el período de aguas bajas, donde se da la conformación final de la sección
- cambios en las características granulométricas del material del lecho asociados a dichos procesos

- desbordes producidos en situación de crecidas de cierta magnitud
- grandes cantidades de sedimento transportado

El desarrollo de meandros en río es causa habitual de desarrollo de erosiones en estribos de puentes viales y ferroviarios, como el puente vial sobre el río Bermejo en Puerto Lavalle, y el puente vial y ferroviario sobre el río San Francisco, entre otros. Es común en esta cuenca, el proyecto y ejecución de espigones y terraplenes longitudinales con el fin de defender las costas de la acción erosiva del río. En el caso de los terraplenes son también usados como obra de control de inundaciones, tal es el caso del terraplén sobre margen derecha del río en la zona de Puerto Lavalle, en la provincia de Chaco.

Debe destacarse que la alta concentración de sedimentos en suspensión del río Bermejo en su tramo inferior en situación de crecidas, que puede llegar a 15.000 ppm, tiene una gran importancia en las limitaciones de uso de agua del curso. En efecto, tomar el agua del río Bermejo para cualquier uso implica tomar también la carga de sedimentos. El manejo de tanta cantidad de sólidos no es trivial y la situación planteada es una de las principales dificultades a la hora de tratar de aprovechar el recurso en la cuenca. (COBINABE, 2010).

En relación a la relevancia de los aportes del río Bermejo en CdP, los estudios han establecido que el aporte de sólidos suspendidos del río Bermejo constituye un 70% de la carga sólida del río Paraná en la estación Corrientes, considerándose que aproximadamente el 80% de la carga en suspensión aportada al Bermejo Superior en la Junta de San Francisco proviene de la Subcuenca Bermejo Superior y el 20% restante de la Subcuenca San Francisco. Considerando la

serie de aforos sólidos en Pozo Sarmiento y en Caimancito se obtuvieron para la primera un transporte en suspensión medio de 70.508.100 toneladas al año (79%) y para la segunda uno de 18.901.200 toneladas anuales (21%) lo que totaliza 89.409.300 toneladas anuales.

COBINABE (2010) señala que, aproximadamente, en los últimos 30 años se aprecia una disminución de la carga de lavado en el Paraná generada presumiblemente por las presas construídas sobre el río Paraná en el Brasil (disminuyó en términos medios de aproximadamente 15.106 toneladas durante los '70, a menos de 3.106 toneladas en la actualidad). Estas circunstancias generan que los sedimentos entregados por el río Bermejo al río Paraná tengan un mayor peso en el total de los sedimentos transportados por este río, siendo el porcentaje actual correspondiente al Bermejo de alrededor del 80-85% del total.

La concentración de los sedimentos suspendidos del río Paraná sufre un notorio incremento aguas abajo de la confluencia con el Paraguay. Como este río no tiene un transporte en suspensión significativo an-

tes de recibir al Bermejo, se verifica que es este último el causante de dicho incremento (Orfeo, O.; 1995).

Se confirma al río Iruya como el principal aportante de sedimentos en suspensión de la cuenca del río Bermejo. El predominio de illita (60%) constituye una característica distintiva ya que dicho componente, ausente en los sedimentos suspendidos aguas arriba de la confluencia Paraná-Paraguay, tiene sus orígenes en la erosión de terrenos áridos y semiáridos típicos de regiones andinas, lo que indica su procedencia (COBINABE, 2010).

4.4 El Río Pilcomayo

En el marco de un convenio de financiación de la Unión Europea, la Comisión Trinacional (Argentina, Bolivia y Paraguay) para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo y el Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo, se realizaron en el 2005 diversos estudios destinados a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la cuenca del río Pilcomayo y su entorno. En base a dichos estudios, a continuación se realiza un relevamiento de

Figura 7

Distribución porcentual de sólidos en suspensión aportados al río Paraná en Corrientes



Fuente: COBINABE (2010).

la información asociada a la degradación de suelos en la Cuenca del río Pilcomayo.

La afectación al suelo por medio de la deforestación no es homogénea en toda la cuenca. La mayoría (73,03%) de la superficie deforestada para el año 2005 se presenta en Paraguay (2.182.882 ha), seguido de Bolivia (443.190 ha, 14,83%) y Argentina (362.921 ha, 12,14%), siendo una considerable zona deforestada destinada a la producción agrícola.

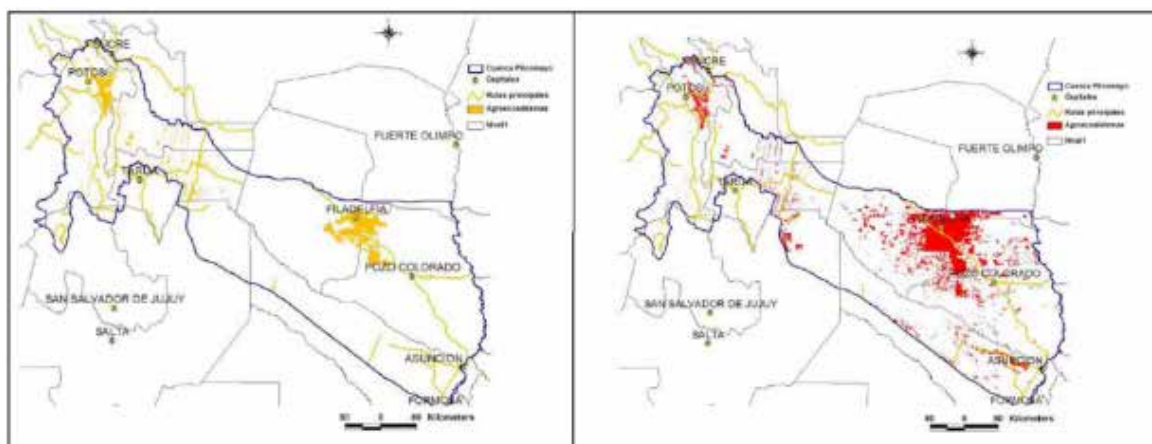
Con respecto a la problemática de salinización de los suelos, la misma se encuentra determinada por la condición natural regional de la dinámica hídrica subterránea, sujeta a las alteraciones ocasionadas por factores locales asociadas al uso del suelo y del agua. Las intensas precipitaciones en la zona oeste generan recargas en el sistema de agua subterránea. A su vez, las altas temperaturas y tasa de evaporación hacen que la napa freática se encuentre bajo un equilibrio dinámico muy sensible a cambios en la dinámica hídrica local con relación a la cobertura vegetal. La afectación sobre la

cobertura vegetal (deforestación, avance agrícola), las características del suelo (textura) y la profundidad de la napa freática, pueden generar un ascenso capilar del agua subterránea que puede derivar en la salinización de los suelos y aguas superficiales. Dicha salinización repercute sobre la capacidad productiva de los suelos, la disminución de la cobertura vegetal y deterioro en la calidad del agua superficial.

Entre las causas antrópicas que determinan el riesgo de salinización en la zona se han identificado el avance de la frontera agropecuaria, dado que implica entre otras cosas, el uso de maquinarias, fertilizantes, agroquímicos y incorporación de nuevas tierras por medio del desmonte de ecosistemas naturales para la incorporación a los agroecosistemas. Este cambio en las formas de vida dominantes en la vegetación trae aparejado un cambio en la dinámica suelo-planta-atmósfera. En este sentido, vegetación como las leñosas mantienen la napa freática en profundidad, al contrario que la cobertura de pasto que favorece el ascenso de la freá-

Figura 8

Avance de zonas deforestadas. A la izquierda año 2000, a la derecha año 2005



Fuente: Unión Europea, la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo y, el Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo (2005).

tica y contribuye a la salinización de agua y suelo y, en consecuencia, a incrementar los procesos de desertificación.

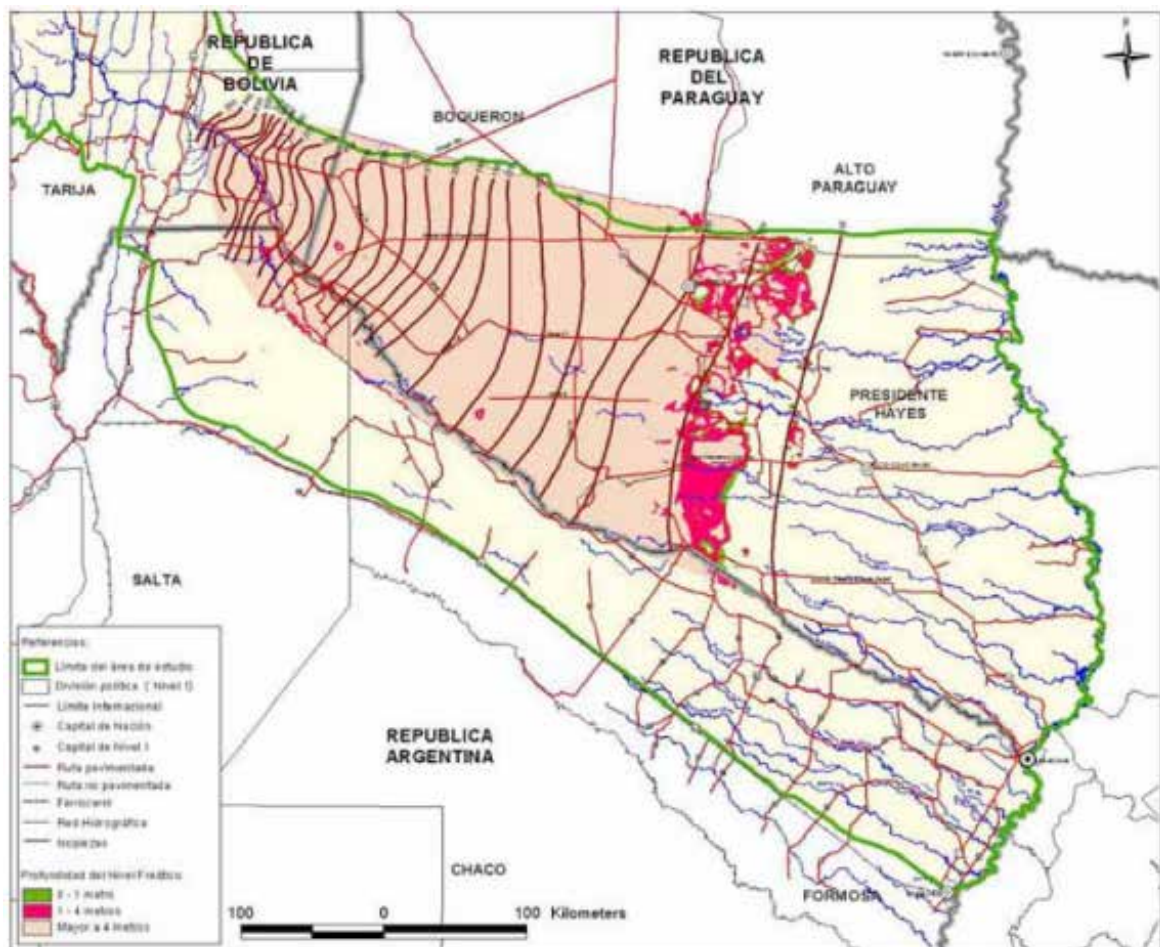
A su vez, las altas tasas de precipitación favorecen al proceso de salinización ya que a mayor duración del evento, mayor es la infiltración, y por ende la posibilidad de un ascenso de napa freática por encima del umbral crítico. A mayor intensidad de precipitación, menor es la tasa de infiltración por efecto de una impermeabilización superficial del suelo como consecuencia del apiso-

namiento por impacto de las gotas de agua y la destrucción de la matriz porosa natural del suelo. Finalmente, ante las situaciones de ausencia de precipitaciones, el aumento de infiltración en el suelo comenzará a suplir la capacidad de campo, sin el consecuente aumento directo de la recarga al medio saturado y por ende el aumento del riesgo de salinización.

La siguiente Figura muestra las zonas de riesgo de salinización y por ende de degradación de suelos en la cuenca del río Pilco-

Figura 9

Mapa de riesgo de salinización en la cuenca del río Pilcomayo



Fuente: Unión Europea, la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo y, el Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo (2005).

mayo. Se pueden observar 3 grandes áreas en riesgo:

- Zona de Riesgo Bajo: porción oriental del área de estudio en la que los niveles freáticos se encuentran a una profundidad menor a 1 m respecto al nivel del terreno, por lo que las aguas superficiales ya presentan tenores salinos.
- Zona de Riesgo Moderado: porción occidental del área de estudio en la que los niveles freáticos se encuentran a una profundidad mayor a 4 m respecto al nivel del terreno. En esta zona la probabilidad de que ocurra un proceso de ascenso de la napa freática frente a cambios en la cobertura vegetal son mínimos (aunque no imposibles).
- Zona de Riesgo Alto: porción intermedia del área de estudio en la que los niveles freáticos se encuentran a una profundidad entre 1 y 4 m respecto al nivel del terreno. En esta zona los procesos de ascenso de la napa freática son “probables” a “muy probables”, ya sea en forma natural (por incremento de precipitaciones en una serie de años húmedos, generando condiciones similares a las de la porción oriental de cuenca); como por causas antrópicas (asociadas a cambios en la cobertura vegetal por cambios en el uso del suelo, con la consecuente alteración de la dinámica hídrica).

4.5. El Gran Chaco

Los suelos que conforman el Gran Chaco (sectores de Argentina, Bolivia y Paraguay) han sufrido en el último siglo una profunda degradación de la mano de actividades naturales y antrópicas. Los bosques nativos se han visto reducidos, convirtiendo las superficies en zonas no forestadas de uso agropecuario, princi-

palmente. Estos manejos de suelos contribuyen al cambio en las propiedades naturales de los mismos, afectando en consecuencia su calidad y a la biodiversidad. A su vez, ejemplos como el pastoreo directo sobre árboles y arbustos nativos es un método común de criar ganado en las llanuras del Chaco, generalmente con un efecto degradante sobre la tierra y la vegetación por sobrepastoreo.

- Los recursos naturales del Gran Chaco han sido gravemente degradados por procesos biológicos y socioeconómicos que han llevado a un acelerado avance de la desertificación y las inundaciones recurrentes. Los impactos de la actividad humana en un ecosistema frágil con suelos muy arenosos y pobres, lluvias escasas e irregulares, vientos fuertes y altas temperaturas dificultan la producción de la cantidad necesaria de biomasa por la vegetación nativa para lograr una recuperación sustancial y superar los procesos de degradación

Entre las amenazas que afectan la estabilidad y las funciones del ecosistema, se encuentran:

- Deforestación de bosques nativos
- Excesiva dependencia de la producción ganadera y la explotación forestal
- Sobrepastoreo
- Incendios forestales y de pastizales
- Pérdida de biodiversidad
- Manejo insostenible de los recursos hídricos
- Cambio climático

En este contexto, en el marco del Programa de Acción Subregional (PAS-CHACO), los Gobiernos de Argentina, Bolivia y Paraguay convinieron elaborar un proyecto orientado a fortalecer e implementar una visión común en el marco del Programa de Acción Subregional de Desarrollo Sustentable del Gran Chaco Americano (PAS-CHACO). *“El proyecto se enmarca en las políticas nacionales y orienta la formulación e implementación de sistemas integrados de planificación del uso de la tierra y del bosque a nivel local y transfronterizo, construyendo las capacidades locales.”* (PAS-CHACO). Los componentes del proyecto abarcan:

- Fortalecimiento institucional
- Gestión del Proyecto
- Aplicación en campo de prácticas de Manejo Sustentable de Tierras y Bosques
- Monitoreo y Evaluación
- Estrategia de salida del proyecto (extensión y divulgación de resultados alcanzados)

Se destaca que las acciones llevadas a cabo por cada país, destinada al uso sostenible de los suelos, son muy valiosas y constituyen la base para todas las acciones de conservación dentro del Gran Chaco.

Capítulo 5:

Importancia del cambio climático en la degradación de tierras

A continuación se presentarán los principales aportes de los estudios sobre cambio climático desarrollados en el ámbito del Programa Marco, en relación con la degradación de tierras, focalizando la presentación en los aspectos más relevantes de los documentos de base para este subcomponente, tendencias detectadas y conclusiones.

5.1 Análisis de la situación actual

Los eventos extremos como el aumento de lluvias y escorrentías, crecidas y sequías actúan sobre la sostenibilidad de la región y la conservación y propiedades de los suelos. Estos fenómenos son ocasionados por modificaciones naturales y antrópicas del sistema y el clima. Considerando la variación climática, el Programa Marco de la CdP ha realizado diversos estudios para su evaluación, que indican:

- En la región de la CdP existen diversos sistemas atmosféricos que actúan produciendo precipitaciones, registrándose eventos extremos en la CdP más frecuentes y en aumento en los últimos 30 años.
- Los eventos desarrollados por el fenómeno de “El Niño” y “La Niña” tienen marcados efectos en el clima de la Cuenca, afectando la variabilidad de la lluvia. En los años “Niños” se han observado precipitaciones y escorrentías intensas como en 1982-1983 y 1997-1998, observándose a su vez lluvias intensas durante años “El Niño” neutros. En los años “La Niña” se observó una tendencia a situaciones de déficit pluviométrico o sequía.
- La Cuenca muestra una importante variabilidad climática interdecádica (~30 años) en las principales subcuencas que tienen relación con la Oscilación del Sur El Niño. En este sentido, en *“los valles de los ríos Paraná, Uruguay y Paraguay, las inundaciones se han vuelto más frecuentes desde la mitad de la década de 1970. Durante el siglo pasado, 12 de las 16 mayores descargas mensuales del río Paraná en corrientes se registraron en los últimos 25 años, e igualmente 4 de las 5 mayores descargas mensuales.”*

La siguiente Figura muestra los caudales medios locales en el río Paraná, donde puede observarse el aumento progresivo del mismo.

No obstante, el uso de suelo y las prácticas agrícolas en algunas partes de la CdP tienen probabilidad de haber intervenido en los aumentos caudales, no siendo justificados el incremento de caudales por las precipitaciones. En este sentido, Sahin y Hall (1994) demostraron que el retiro de la floresta tiende a aumentar el escurrimiento para la misma precipitación.

Sin embargo, en el río Uruguay se ha observado el aumento de la anomalía del caudal de Paso de los Libres, con posterioridad al año 1970, debido al cambio climático y la actividad antrópica (aumento de precipitación y deforestación). Por otra parte, se registraron sequías importantes entre 1942 y 1951.

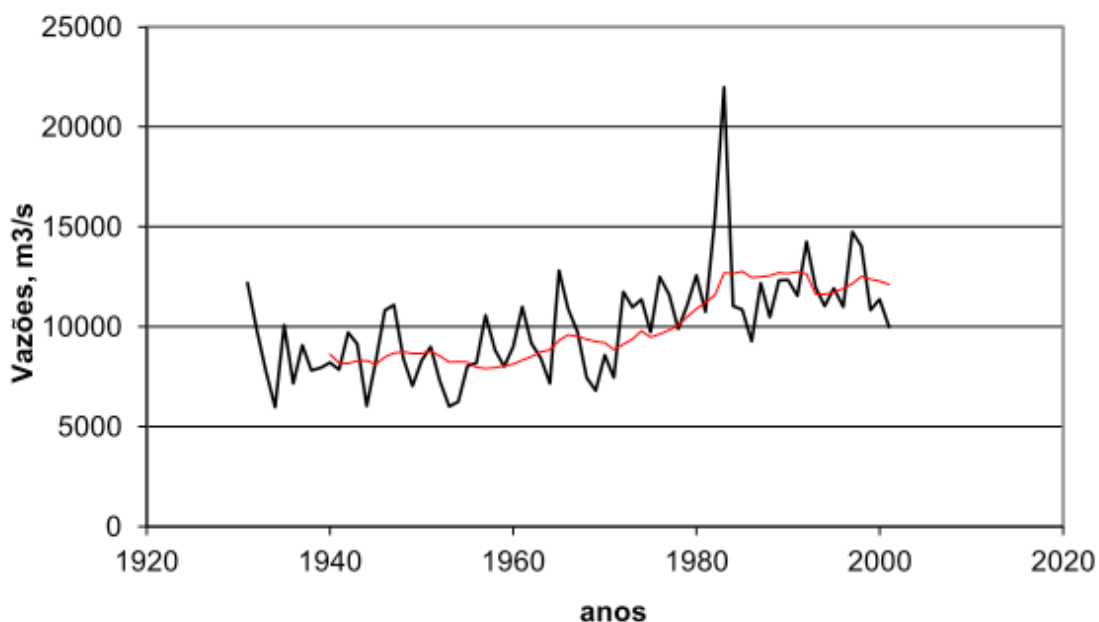
En síntesis, se estima que el cambio climático global posee gran influencia en el aumento de las precipitaciones en la región de la CdP lo que, junto con el impacto de las actividades antrópicas (como la deforestación), conlleva a variaciones de caudales, escorrentías y degradación de los suelos.

5.2 Pronóstico futuro para la Cuenca del Plata

El estudio citado de la COBINABE (2010) estima una tendencia al incremento de las precipitaciones en la mayor parte del centro-norte de la Argentina, Uruguay y sur de Brasil, como así también un calentamiento generalizado en la región. Por medio de las variables de precipitaciones y temperaturas estimadas para las décadas 2020, 2050 y 2080, cuantifica la producción de sedimentos producida con eventuales cambios climáticos.

Figura 10

Caudales medios anuales en Itaipú y media móvil de 10 años. Río Paraná



Fuente: Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) de la CdP (2016b).

En este contexto, se indica que “En los diferentes escenarios climáticos futuros las variables de temperatura y precipitación a nivel regional no muestran cambios significativos, sin embargo realizando un análisis a nivel local, estos cambios podrían afectar diversos ecosistemas de la región y, por consiguiente, el uso del suelo, la cobertura vegetal, etc.”, estimando para la Alta Cuenca del río Bermejo una alteración en la producción de sedimentos por erosión hídrica superficial, incrementos en la producción de sedimentos a largo del tiempo.

Milly et al. (2005), evaluaron los componentes de caudales para el futuro, comparado con el presente. Dichos modelos producen aumentos en los caudales del río Paraná-Río de la Plata. Además, en la CdP, estima aumentos de precipitación y de caudales del orden del 20% durante los meses de verano. A su vez, el modelo desarrolla-

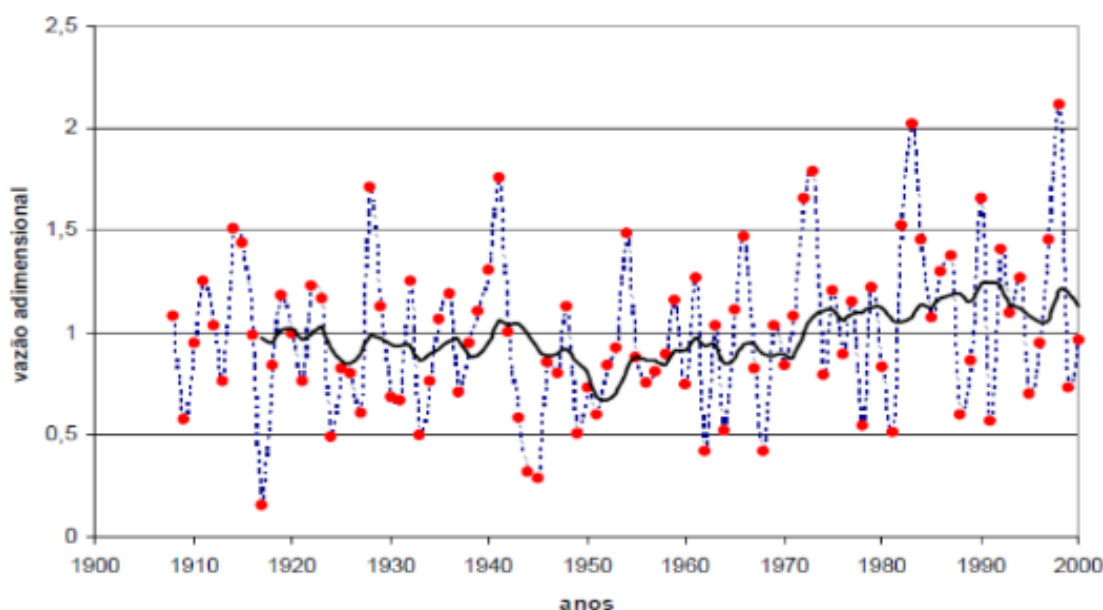
do “tiende a obtener precipitaciones mayores en los trimestres diciembre-enero-febrero y marzo-abril-mayo en algunas áreas superiores de la Cuenca del Plata, en Brasil, donde las precipitaciones son más importantes. En los otros trimestres el modelo presenta aumentos precipitaciones en casi toda la cuenca” (PM-CIC, 2016b).

Por su parte, para el periodo comprendido entre los años 2011-2040 para diciembre-enero-febrero el modelo muestra una reducción de la precipitación en Paraguay y en el Alto Paraná y el Iguazú. “En términos medias las reducciones varían de 0,5 a 2 mm/día. Esto puede representar reducción de cerca del 15 al 50%, dependiendo del grado de reducción de la precipitación en el área.” (PM-CIC, 2016b).

Para los pronósticos referentes al período 2041-2070 (segundo tercio del siglo XXI) se

Figura 11

Anomalía de los caudales en Paso de los Libres, en el río Uruguay, y media móvil de 5 años



Fuente: Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) de la CdP (2016b).

observó para la etapa de precipitación *dicembre-enero-febrero* reducciones de caudal al norte, en São Paulo y Minas Gerais, disminuyendo el efecto de los últimos 30 años. Además, “*en los tres últimos trimestres ocurre el aumento de caudal en casi toda la cuenca. Es posible suponer que hay una distribución de estacionalidad de la precipitación debido al calentamiento.*” (PM-CIC, 2016b).

En síntesis y, conforme indica el ADT, los resultados muestran los siguientes comportamientos:

Figuras 12 y 13 (página 65)

- Aumento de precipitaciones hacia el sur de la CdP, en casi todos los trimestres.
- A lo largo del siglo XXI el incremento de precipitaciones tiende a ampliarse a la zona norte de la CdP, con calentamiento progresivo de la misma.

Figuras 14 y 15 (página 66)

- Cambio de estacionalidad de las precipitaciones en la cuenca superior del Paraná, junto con reducción de precipitación en el trimestre húmedo y una tendencia al aumento de precipitación en los trimestres restantes.
- Reducción de las precipitaciones sobre la parte superior del río Paraná que puede representar más de un 20%, comprometiendo a varios de los recursos hídricos.

Por otro lado, las proyecciones climáticas del modelo ETA a 10 km de resolución horizontal basadas 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), evalúan los cambios en los caudales medios mensuales y en la estacionalidad hidrológica 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) (PM-CIC, 2016d).

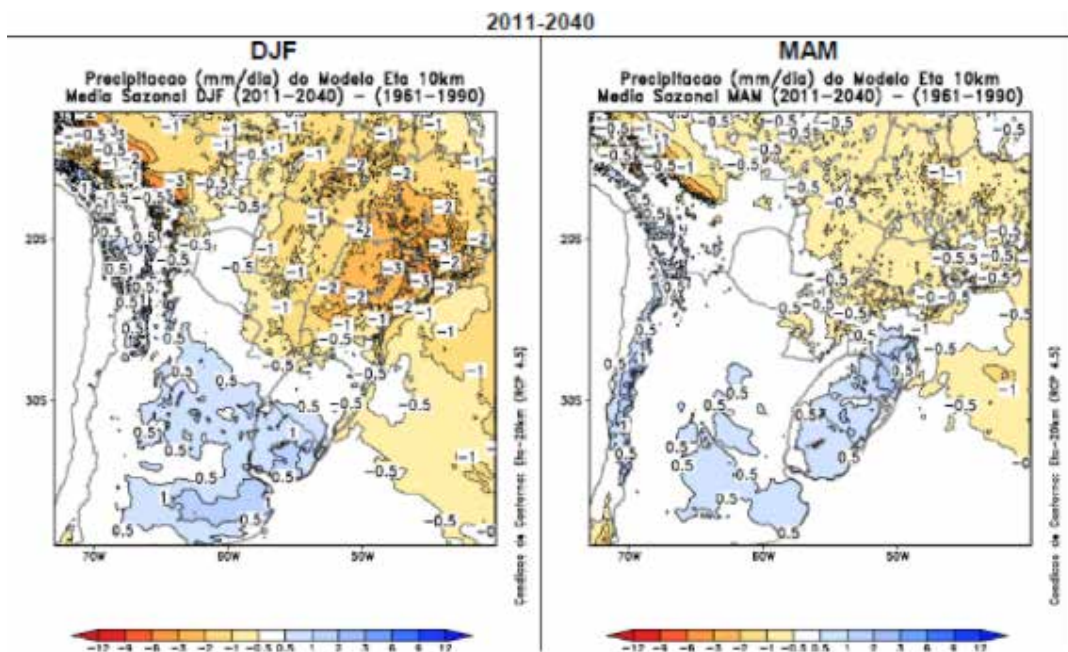
Los resultados de los impactos de las proyecciones del cambio climático sobre el caudal de los ríos de la CdP indican que puede haber un aumento o disminución de los caudales medios y mínimos, dependiendo de la región y el período analizado.

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 caudales 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.

Figura 12

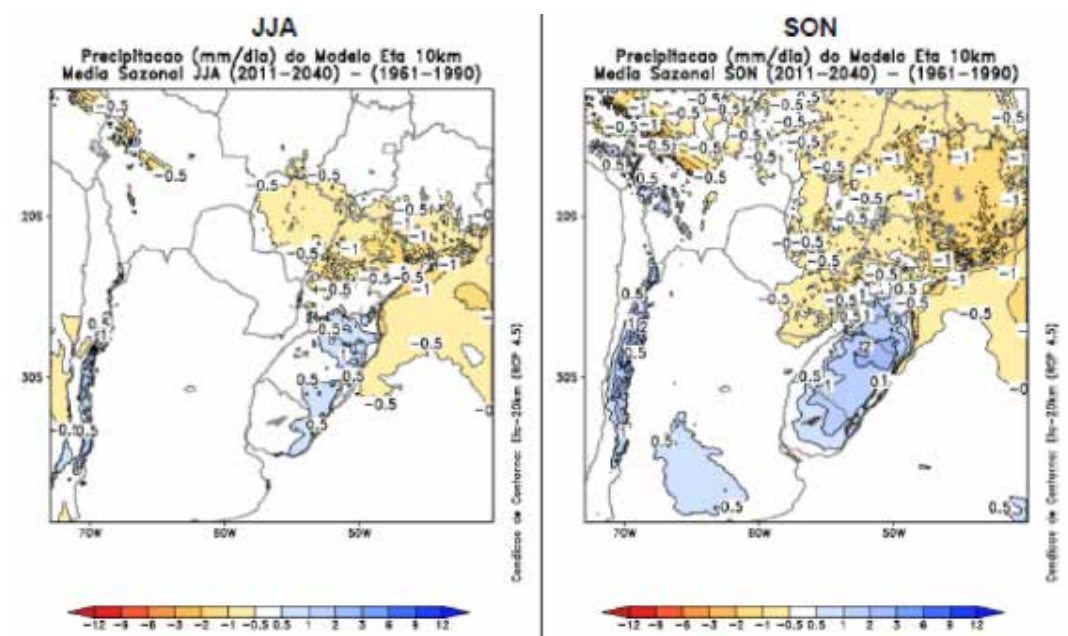
Pronóstico de precipitación para el período 2041-2070. DJF, MAM



Fuente: PM-CIC (2016d)

Figura 13

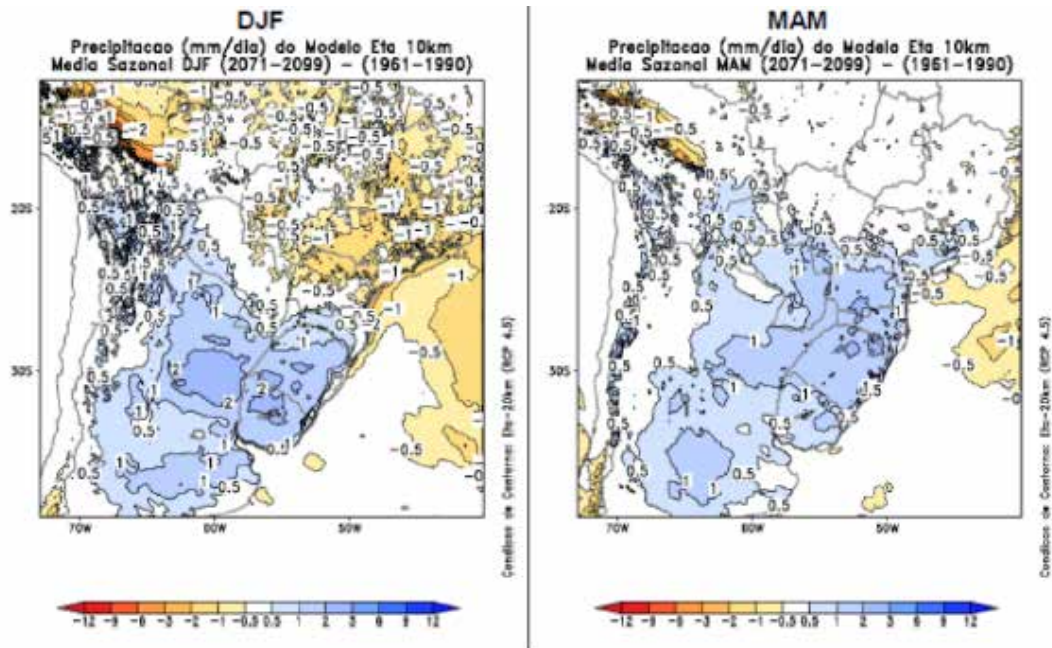
Pronóstico de precipitación para el período 2041-2070. JJA, SON



Fuente: PM-CIC (2016d)

Figura 14

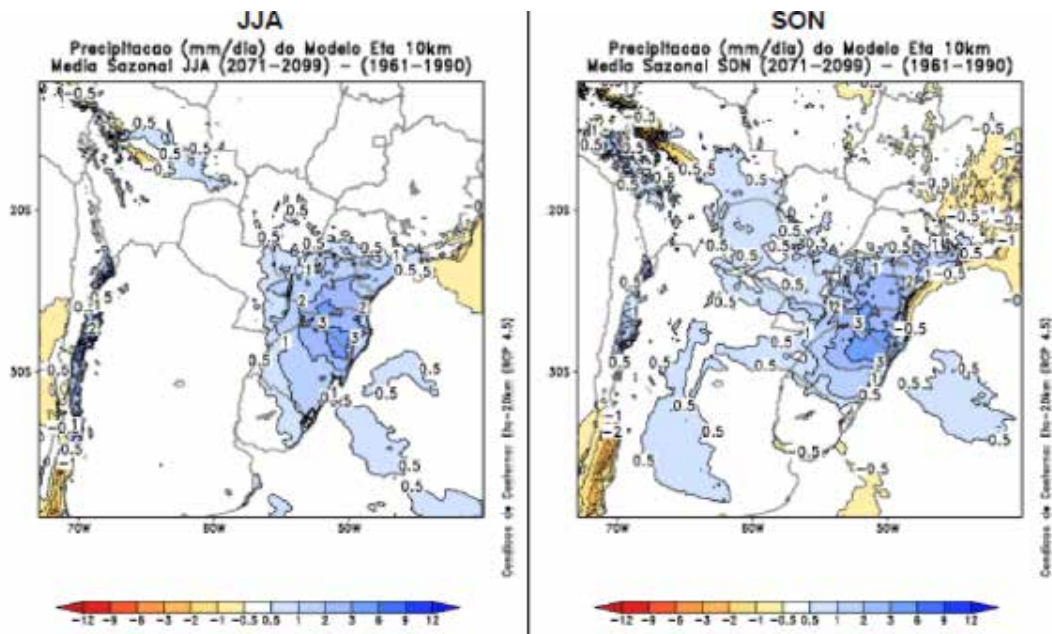
Pronóstico de precipitación para el período 2071-2099. DJF, MAM



Fuente: PM-CIC (2016d)

Figura 15

Pronóstico de precipitación para el período 2071-2099. JJA, SON



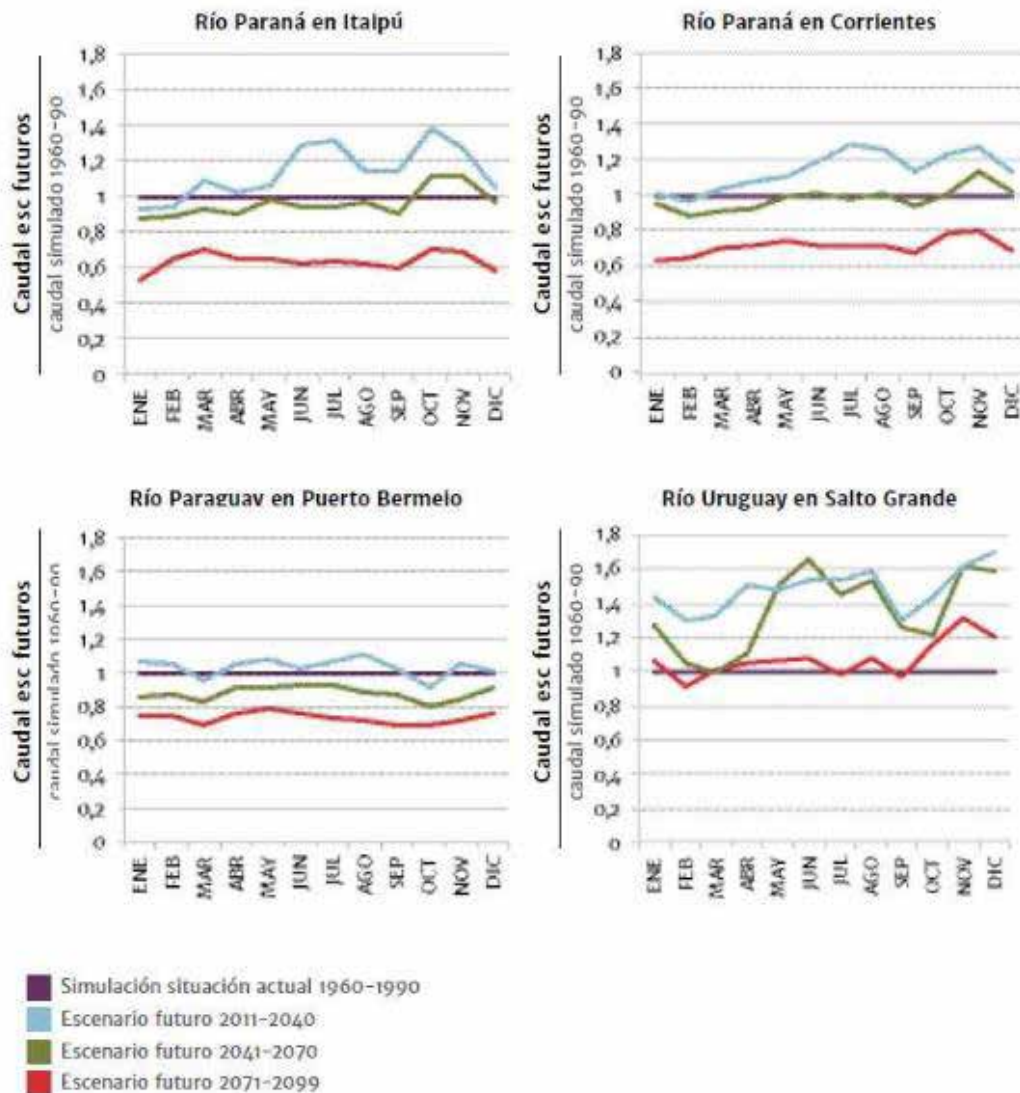
Fuente: PM-CIC (2016d)

La Figura presentada a continuación presenta las relaciones entre caudales medios mensuales simulados en algunas estaciones

representativas para los tres escenarios futuros y la situación actual (1960-1990).

Figura 16

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



Fuente: PM-CIC (2016d).

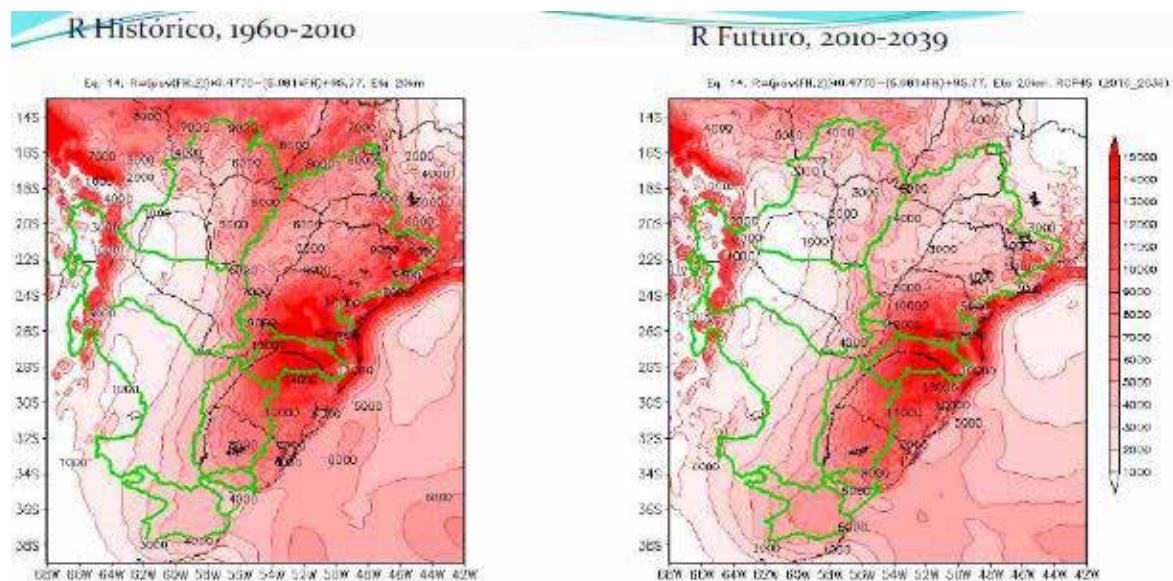
Finalmente, en cuanto a la relación del cambio climático con respecto al Factor R (erosividad anual de la lluvia), la figura presentada a continuación muestra los isovalores del Factor R, apreciándose en general, importantes disminuciones en las altas cuencas de los ríos Paraguay, Paraná y también Uruguay, entre los promedios “históricos” (1960-2010) y los del período futuro (2010-2039), estimados a partir de la precipitación generada por el modelo Eta 20 km, para el escenario RCP 4.5.

Contrariamente, en las Cuencas Bajas del Paraná y el Uruguay y las dos del Plata los valores de R tenderían a ser algo mayores en el futuro hasta 2040, y no son apreciables cambios importantes en la del Bajo Paraguay.

Las estimaciones indican que a medida que vaya transcurriendo el siglo XXI, la parte atlántica de la CdP, en particular los territorios de los estados del sur de Brasil, Uruguay y las zonas núcleo de potencial agrícola de Argentina verán seriamente incrementado su riesgo de erosión hídrica.

Figura 17

Isovalores del Factor R para los períodos 1960-2010 y 2010-2039



Fuente: PM-CIC (2015b).

Capítulo 6:

Propuestas de Acción Estratégicas

6.1 Contexto

Las acciones estratégicas resultantes y referidas a atender la problemática de la degradación de la tierra en la CdP se encuentran incorporadas al Programa de Acciones Estratégicas (PAE), documento recientemente concluido por el CIC a través del Programa Marco (2016). Estas acciones propuestas estuvieron basadas en los Temas Críticos Transfronterizos (TCT) identificados en conjunto por los cinco países que conforman la Cuenca.

A partir del proceso de actualización del Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y sus respectivas recomendaciones, se formuló la visión y el objetivo del PAE, así como las metas asociadas a cada TCT. El proceso involucró la consolidación y priorización de recomendaciones sobre la base del análisis causal, definiendo objetivos para la consecución de metas cualitativas para cada TCT, y la identificación de las principales acciones correspondientes, definiendo en términos generales la orientación, estructura y contenidos preliminares del PAE.

Una de las metas a alcanzar tras la implementación del PAE está relacionada direc-

tamente con la temática de degradación de la tierra y consiste en lograr que se reviertan procesos de degradación de las mismas; menor aporte de sedimentos a los cuerpos y cursos de agua (Meta 3). Para ello, los objetivos o recomendaciones de gestión identificados fueron:

- Promover el desarrollo y armonización de normas de protección y uso de los recursos naturales.
- Fortalecer las capacidades institucionales para la gestión del uso de suelo.
- Implementar programas de recuperación de suelos y control de erosión en áreas prioritarias.
- Desarrollar programas de capacitación y extensión en técnicas de uso y manejo de suelos

El PAE tiene un horizonte de planificación de 20 años y se encuentra organizado en seis (6) áreas estratégicas que a su vez contienen 13 componentes y 28 acciones estratégicas.

Las áreas estratégicas son:

- I. Gestión de la información
- II. Planificación, gestión y manejo sostenible de los recursos hídricos
- III. Protección/rehabilitación ambiental
- IV. Educación, comunicación y participación pública
- V. Investigación y desarrollo tecnológico
- VI. Fortalecimiento institucional

El área estratégica III “Protección/rehabilitación ambiental” es la que guarda relación directa con la problemática de degradación de tierras y es a ésta área a la que se hará referencia.

La misma plantea la visión de corrección de los pasivos ambientales y de mantenimiento de las áreas de interés ambiental aun preservadas; protección del ambiente transfronterizo de la CdP mediante acciones conjuntas de los países, tanto para la protección de los ambientes aun preservados o relativamente bien conservados como la recuperación y rehabilitación de ambientes impactados por acción antrópica, agravada por la variabilidad y el cambio climático.

Dentro del área estratégica III, el componente III.2 “Gestión sostenible de la tierra” se constituye de dos acciones estratégicas relevantes: (1) “Recuperación de suelos y control de la erosión” y (2) “Conservación y manejo sostenible de suelos a nivel local”. Estas acciones estratégicas que han sido propuestas dentro del ámbito del CIC a través del Programa Marco se detallan a continuación en el siguiente ítem.

6.2 Acciones Estratégicas

6.2.1 Acción estratégica III.2.1 “Recuperación de suelos y control de la erosión”

Esta acción estratégica establece las bases para generar un programa de conservación de suelos de la CdP, que dé lugar a compromisos entre los países para el control de los impactos ambientales y económicos asociados con la erosión, y a la formulación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático con el fin de mitigar los efectos en los recursos hídricos y suelo. Se enfoca en el conjunto de actividades destinadas a atender los problemas de erosión-sedimentación en cuencas de importante porte (típicamente ríos), aunque esto debe considerarse como un criterio flexible. Si bien puede incluir y atender a todas las formas de erosión, es de especial interés la originada por causas no antrópicas (erosión de borde de cauces, deslizamientos en masa, cárcavas de gran porte), que pueden ser mitigadas (o aceleradas) por acciones antrópicas.

Considerando las tendencias de expansión de las actividades de uso de suelo (que aumentan los procesos de deforestación), la variabilidad y el cambio climático, deberán ser proyectadas las relaciones a futuro, de acuerdo con las previsiones climáticas más aceptadas. Con base en esta información, deberán ser propuestas medidas de control y mitigación de los problemas identificados.

Éstas establecerán las bases para las negociaciones entre países, con el fin de alcanzar metas graduales y consensuadas para la implementación de las medidas necesarias.

Así, se propone profundizar el conocimiento sobre la producción, transporte y deposi-

ción de sedimentos en la CdP y aprobar propuestas de manejo de zonas buffer.

Se espera implementar programas de recuperación de suelos y control de la erosión en áreas críticas: cuenca alta del Bermejo (AR, BO), del Pilcomayo (AR, BO, PY), zona del Pantanal (BR, PY), región hidrográfica del Paraná (AR, BR, PY, UY), alrededores de Buenos Aires (AR) y San Pablo (BR), zonas de embalses del río Paraná (AR, BR, PY), en las fronteras Brasil-Paraguay y Argentina-Paraguay, en los ríos Uruguay (AR, BR, UY), Acaray (PY) y Negro (BR, UY) y en el río Salado (AR).

Finalmente, deberán ser desarrollados modelos matemáticos que estimen el comportamiento de los fenómenos involucrados en la producción (erosión), transporte y deposición de sedimentos, que sirvan de guía a la toma de decisiones, incluyendo el cumplimiento de normas legales que existan al respecto. Se busca sentar las bases de un programa de conservación de suelos de la CdP, que establezca compromisos entre los países para el control de los impactos socio ambientales y económicos asociados a la erosión. Se promueve además una mayor vinculación entre el manejo de suelos y la biodiversidad.

Para alcanzar dicha meta, se propone realizar las actividades listadas a continuación:

- Profundizar el conocimiento sobre la producción, transporte y deposición de sedimentos en zonas críticas con evaluación de la calidad de sedimentos. Desarrollo de herramientas para la gestión.
- Programa de recuperación de suelos y control de la erosión en áreas críticas. Implementación de medidas de gestión. Propuesta de manejo de zonas buffer.

6.2.2 Acción estratégica III.2.2

“Conservación y manejo sostenible de suelo a nivel local”

Esta acción estratégica se enfoca en la misma problemática que la acción precedente (acción estratégica II.2.1 “Recuperación de suelos y control de la erosión”), pero con un énfasis diferente en términos de escala y ámbito de acción. Esta acción estratégica atenderá, preferentemente, la mitigación de la erosión difusa determinada por cambios en el uso de la tierra y su cobertura a escala predial, nivel en el que las decisiones de uso y manejo de suelos se toman en forma privada, típicamente en establecimientos de producción agropecuaria. El problema de erosión en estos casos tiene solución o mitigación en la adopción de sistemas de uso la tierra y prácticas de manejo de los suelos que generen tasas de erosión tolerables.

De este modo, se aspira a que los países de la CdP cuenten con normativas que fomenten las buenas prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas en el diseño y gerenciamiento de los sistemas de producción agropecuarios.

Se propone complementar los estudios y mapeos de uso y cobertura actual de la tierra, en articulación con otra acción estratégica titulada “Ampliación e integración de los sistemas de información” (I.1.2), así como replicar y ampliar el proyecto Gran Chaco Americano y valorizar y desarrollar prácticas de manejo y de conservación de suelos por medio del manejo integral de cuencas prioritarias, buscando mitigar preferentemente la erosión difusa. Asimismo, se propone la implementación de un programa de sostenibilidad en regiones vulnerables o con déficit hídrico y en zonas de montañas. Finalmente, la propuesta es desarrollar modelos matemáticos que estimen el comportamiento de los fenómenos invo-

lucrados en la producción (erosión), transporte y deposición de sedimentos, con el objetivo de que puedan servir de guía para la toma de decisiones, incluyendo el cumplimiento de normas legales que existan al respecto (también indicado para la acción estratégica III.2.1 “Recuperación de suelos y control de la erosión”).

Para alcanzar los objetivos de la acción estratégica, es necesario implementar los programas de educación y capacitación incluidos en el área estratégica IV “Educación, comunicación y participación pública”, a todos los niveles y de difusión y extensión sobre la problemática.

También se requiere disponer de herramientas de predicción (modelos) validadas en las condiciones locales, que permitan guiar la toma de decisiones. Además, estas acciones, en muchos casos, requerirán investigación y desarrollo, lo que también forma parte de otras acciones previstas.

Las actividades propuestas en torno a esta acción estratégica son:

- Actualización de los mapas de uso y cobertura actual de la tierra, en articulación con la acción estratégica I.1.2.
- Replicación y ampliación de buenas prácticas sustentables del proyecto Gran Chaco Americano.
- Desarrollo de prácticas de manejo y de conservación de suelos por medio del manejo integral de cuencas prioritarias.
- Programa de sostenibilidad de regiones vulnerables o con déficit hídrico y zonas de montañas.
- Vinculación del manejo de bosques ribereños con los ecosistemas acuáticos.

Cabe destacar que si bien estas son las áreas y acciones estratégicas enfocadas directamente en la degradación de la tierra, también existen otras áreas estratégicas (y acciones) que se relacionan en mayor o menor medida con la temática. Por ejemplo, información referida a uso de suelo y cambio de uso de suelo va a ser un insumo esencial para el Área Estratégica I “Gestión de la Información” y sus respectivos componentes y acciones estratégicas: las redes de observación, los sistemas de información, el sistema de monitoreo hidroambiental, y el sistema de alerta hidrológico, van a necesitar de esa información para su desarrollo y actualización. Algo similar ocurre con el Área Estratégica II “Planificación, Gestión y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos” y la adopción de buenas prácticas de uso y manejo de suelos ya que se indica que “Se dará particular énfasis al concepto de seguridad alimentaria en el marco de la variabilidad y el cambio climático, particularmente en las zonas más vulnerables y de mayor impacto social, buscando promover el desarrollo de sistemas productivos sustentables y resilientes, incorporando prácticas de protección de suelos, agua y ecosistemas, mejorando la eficiencia y el desarrollo del riego y otros usos del agua”. O para la Acción estratégica II.1.2 “Planificación y ordenamiento territorial en áreas vulnerables prioritarias” en la cual se propone la “Elaboración de un mapa de vulnerabilidad ecológica al cambio de uso de suelo y al cambio climático a nivel ecosistemas”.

En el caso del Área Estratégica IV “Educación, Comunicación y Participación Pública”, ésta también se relaciona con la temática de degradación de la tierra ya que el Programa de Capacitación y Extensión Rural (acción estratégica IV.1.2) incluye entre sus tópicos a la conservación de los suelos, entre otros. Lo mismo ocurre en el Área Estratégica V “Investigación y Desarrollo

Tecnológico” que contempla el desarrollo de investigaciones y tecnologías para ser aplicadas a la solución de los TCT identificados, entre ellos la erosión, generación y transporte de sedimentos.

Finalmente, para así mencionar al menos un ejemplo del vínculo entre la temática de degradación de la tierra y cada una de las áreas estratégicas del PAE, el Área Estratégica VI “Fortalecimiento Institucional” prevé el “Desarrollo de guías técnicas y

protocolos comunes para las acciones para viabilizar la gestión de los recursos hídricos compartidos” (Acción estratégica VI.1.2). Incluida aquí se encuentra la “creación de protocolos conjuntos (entre los 5 países de la CdP) para la gestión de agroquímicos y promoción del uso de biopesticidas”.

Para mayor detalle sobre éstas y otras acciones estratégicas del CIC identificadas a través del Programa Marco, se sugiere referir al PAE de la CdP (2016).

Capítulo 7: Conclusiones

Tanto en América Latina en general como en la CdP el principal factor de degradación de la tierra es el cambio de uso de suelo, el cual es producido principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería por sobre la cobertura natural.

La presión humana sobre los ambientes naturales con los consecuentes cambios de uso de los suelos registrados en las últimas décadas ha provocado su degradación y la pérdida de sus funciones ecosistémicas. A través de la deforestación, que permite efectuar la conversión de la cobertura natural en tierras agrícolas o de pastoreo, seguido por la aplicación de técnicas agrícolas inadecuadas e intensificado por las consecuencias del cambio climático, se ha estimado que en CdP la pérdida de cobertura natural (bosques, sabanas, matorrales y humedales) hacia otros usos y coberturas, fue de 57,1 millones de hectáreas entre los años 2001 a 2012.

Uno de los principales procesos asociados a la degradación de la tierra es la producción y transporte de sedimentos producto de la erosión. En CdP los procesos de erosión encauzada más importantes se localizan en las cuencas altas de los ríos Ber-

mejo y Pilcomayo y consecuentemente, en ellas se registran las zonas de mayor producción de sedimentos. El río Bermejo por ejemplo, transporta 100 millones de toneladas/año de sedimentos en suspensión hacia el río Paraguay, mientras que el río Pilcomayo tiene un aporte de sedimentos casi del mismo orden de magnitud pero debido a que no dispone de suficiente energía deposita los sedimentos en la planicie chaqueña. La magnitud de la carga sedimentaria transportada por estos ríos es tal que comprometen la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y limitan la capacidad de las vías navegables y de los puertos, colmatan los embalses de las presas y modifican la calidad de sus aguas, generando importantes costos de mantenimiento.

A todo esto debe sumarse que los efectos de la degradación se ven intensificados por los efectos producto de la variabilidad y el cambio climático. Por ejemplo, los cambios en la temperatura y precipitación se manifestarán en variaciones en las tasas de producción y transporte de sedimentos de las cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo. A su vez, este aumento en la producción de sedimentos implica un aumento del riesgo de cambios morfológicos en el cauce del río

Bermejo inferior y 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 Paraná, canales del río de la Plata y en los puertos y accesos a puerto.

En síntesis, se estima que el cambio climático global posee gran influencia en el aumento de las precipitaciones en la región de la CdP lo que, junto con el impacto de las actividades antrópicas (como la deforesta-

ción), conlleva a variaciones de caudales, escorrentías y degradación de los suelos.

En CdP se han identificado a las áreas más críticas en cuanto a degradación de suelos en las zonas de fuertes pendientes con procesos erosivos de gran intensidad, zonas de presión sobre humedales locales, zonas con fuerte deforestación de la masa boscosa, zonas contaminadas en el entorno de grandes urbes y zonas de embalses que, en ocasiones aportan gran volumen de sedimentos a los cursos hídricos.

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.

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 detectado 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 es-

tadísticas– 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.

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.

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 resultados 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.

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.

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 tecnoló-

gica 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.

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.

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.

Recursos

Todo elemento biótico o abiótico que se explote, sea este o no mercantil.

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).

Referencias

- COBINABE (2010). Generación y Transporte de Sedimentos en la Cuenca Binacional del Río Bermejo. PEA – BERMEJO, Programa Estratégico de Acción para la Cuenca Binacional del Río Bermejo.
- COMISIÓN EUROPEA, FAO (2014). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Programa EUROCLIMA.
- PM-CIC (2014a). Informe Diagnóstico Sobre Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata. Argentina. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2014b). Mapa tipos de suelo, uso actual y cobertura de la tierra de la Cuenca del Plata (2014). Informe de Consultoría. Subcomponente II.5 Degradación de la tierra. Brasil. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2015a). Ambiente-Degradación de la Tierra, Selva Misionera Paranaense (SMP). Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2015b). Informe Final de la consultoría sobre Degradación de Tierras, Diagnóstico y Escenarios. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2015d). Mapa estimativo de producción de sedimentos (Erodabilidad), del suelo de la Cuenca del Plata, Informe de Avance. Subcomponente II.5 de “Control de la Degradación de la Tierra”. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2016a). Programa de Acciones Estratégicas de la Cuenca del Plata. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático.
- PM-CIC (2016b). Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) de la Cuenca del Plata. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.

- PM-CIC (2016c). Informe Integrado de Degradación de Suelos Subcomponente II.5. Informe Final. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- PM-CIC (2016d). Hidroclimatología de la Cuenca del Plata. Programa Marco para la Gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con la variabilidad y el cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata.
- FAO (2016). Degradación del Suelo. Portal de Suelos de la FAO.
- FMAM/ PNUD. (s/f). Glosario Ambiental. Manejo Sustentable de Ecosistemas Áridos y Semiáridos para el Control de la Desertificación en la Patagonia. GEF Patagonia.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN (1994). Acuerdo Internacional Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. (s/f). Glosario Ambiental. Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación.
- UNESCO-PNUMA (1989). Glosario de Términos sobre Medio Ambiente. Programa Internacional de Educación Ambiental.
- UNIÓN EUROPEA (2005). Estudio de Base Ambiental y Socioeconómico de la Cuenca del Río Pilcomayo. Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo, Proyecto de Gestión Integrada, Plan Maestro de la Cuenca del río Pilcomayo.

Listado de figuras

Capítulo 1

Figura 1 Mapa general de la Cuenca del Plata

Capítulo 3

Figura 2 Superficie con cobertura natural (SMP) reemplazada por otro tipo de cobertura o cambio hacia otro uso del suelo en Argentina, Brasil y Paraguay

Figura 3 Clasificación según Djorovic para la CdP

Figura 4 Mapa tentativo de isoerodentas para la Cuenca del Plata (período 1960-2010)

Figura 5 Áreas de mayor criticidad asociadas a la degradación de tierras

Capítulo 4

Figura 6 Distribución porcentual de aporte de sólidos suspendidos de los ríos afluentes de la cuenca alta del río Bermejo

Figura 7 Distribución porcentual de sólidos en suspensión aportados al río Paraná en Corrientes

Figura 8 Avance de zonas deforestadas. A la izquierda año 2000, a la derecha año 2005

Figura 9 Mapa de riesgo de salinización en la cuenca del río Pilcomayo

Capítulo 5

Figura 10 Caudales medios anuales en Itaipú y media móvil de 10 años. Río Paraná

Figura 11 Anomalía de los caudales en Paso de los Libres, en el río Uruguay y media móvil de 5 años

Figura 12 Pronóstico de precipitación para el período 2041-2070. DJF, MAM

Figura 13 Pronóstico de precipitación para el período 2041-2070. JJA, SON

Figura 14 Pronóstico de precipitación para el período 2071-2099. DJF, MAM

Figura 15 Pronóstico de precipitación para el período 2071-2099. JJA, SON

Figura 16 Relación entre los caudales medios simulados correspondientes a tres escenarios futuros y a la situación actual

Figura 17 Isovalores del Factor R para los períodos 1960-2010 y 2010-2039

Listado de tablas

Capítulo 3

Tabla 1	Principales cambios de cobertura natural en CdP entre los años 2001-2012
Tabla 2	Clasificación de Djorovic
Tabla 3	Diagnóstico de las áreas críticas para las distintas subcuencas de la CdP

Capítulo 4

Tabla 4	Material producido por erosión superficial según casos con cambio en la cobertura vegetal.
---------	--

Listado de siglas y acrónimos

ADT	Análisis Diagnóstico Transfronterizo
ALyC	América Latina y Caribe
AR	Argentina
BAAPA	Bosque Atlántico del Alto Paraná
BO	Bolivia
BR	Brasil
CC	Cambio Climático
CdP	Cuenca del Plata
CMA	Concentración Media Anual
CIC	Comité Intergubernamental de Cuenca del Plata
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COBINABE	Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija
DJF	diciembre, enero, febrero
FAO	Food and Agriculture Organization
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEF	Global Environmental Facility
ha	hectárea
IPCC	Intergovernmental Panel on CLimate Change
JJA	junio, julio, agosto
K	Factor erodabilidad del suelo ($\text{Mg.h.MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$)
km	kilómetro
L	Factor longitud de pendiente
MAM	marzo, abril, mayo
OEА	Organización de Estados Americanos
P	Fósforo
PAE	Programa de Acciones Estratégicas
PAS-CHACO	Programa de Acción Subregional del Chaco
PM	Programa Marco
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	Partes por millón
PY	Paraguay
R	Factor erosividad anual de la lluvia ($\text{MJ.mm.ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{año}^{-1}$)
SAyDS	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
SMP	Selva Misionera Paranaense

SON	septiembre, octubre, noviembre
TCT	Temas Críticos Transfronterizos
USLE/RUSLE	Ecuación Universal de Pérdida de Suelo/Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada
UY	Uruguay

Referencias Institucionales

Representantes de los países en el Consejo Director del Programa Marco

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
Argentina		
Titulares		
Embajador Natalio Marcelo Jamer (2016)	Pablo Bereciartua (2016)	Osvaldo 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)
Alternos		
Ministro Eugenio Garcia Santos (2012-2016)	Marcelo Gaviño Novillo (2016)	Miguel Gomez (2014)
	Andrés Rodríguez (2011-2015)	
Bolivia		
Titulares		
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)	
Alternos		
Juan Carlos Segurola Tapia (2014-2016)	Oscar Céspedes (2014-2016)	
Mayra Montero Castillo (2011-2016)		
Clarems Endara Vera (2011)		
Brasil		
Titulares		
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
Titulares				
Miguel A. Giraut (2011-2016)	Mayra Montero Castillo (2011-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	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
Marco Legal e Institucional				
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)
Sistema Soporte para la Toma de Decisiones				
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)
Participación Pública, Comunicación y Educación				
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 (Maria Coronel)	MVOTMA (Luján Jara); Ana Laura Martino; Ministerio de Educación y Cultura (Laura Barcia); Secretaría Comunicación Presidencia (Carolina Echavarría)
Balance Hídrico Integrado				
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

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Cantidad y Calidad de Agua				
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)
Aguas Subterráneas				
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)
Ecosistemas Acuáticos y Asociados				
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)
Degradación de la Tierra				
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)
Oportunidades para el Desarrollo				
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
PPD Biodiversidad				
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)	
PPD Confluencia				
Administración Provincial del Agua del Chaco (Patricia Parini)		Itaipú Binacional (Jair Kotz, Carla Canzi)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro)	
PPD Cuareim				
		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
PPD Pilcomayo				
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 Céspedes)		Secretaría del Ambiente (Rosa Morel, Daniel García)	
Escenarios Hidroclimáticos				
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 Barrero); INUMET (Mario Bidegain)

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Monitoreo y Alerta				
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)
Radars				
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)
Modelos de Grandes Cuencas				
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



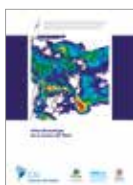
Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata



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 978-987-4187-13-0



9 789874 187130



CIC
Cuenca del Plata



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



OEA
Mis derechos por mi parte